VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

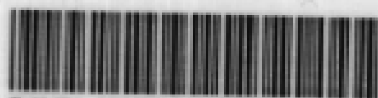
动物的语言

1996

类人猿和海豚真的能同人类交谈吗？
鲸鱼、鸟类和大象的歌声里隐藏着语言吗？
语言和信息交流的实质是什么？



斯蒂芬·哈特(Stephen Hart) 著
朱江 周郑等 译



中国青年出版社

453153



405/12

科学焦点丛书

- 宇宙的结构
- 宇宙大碰撞
- 心身的交融
- 心灵的药物
- 动物的语言
- 通信新时代

内容提要

黑猩猩坎兹、类人猿科科、唱歌的鲸鱼、嘶吼的大象以及在海军接受训练的海豚,每年都会爆出很多新闻。这些动物利用它们的声音和身体语言进行交流。如果它们没有通过进化得来的通讯信号,每种动物都将变成一种孤立的个体而不能在地球上生存下去。我们对动物之间和动物与人类之间进行通讯的情况了解多少呢? 在本书里,我们将揭示科学家是如何研究动物间交流的,还可以了解到科学家们所知道的各种动物的"交谈"方法。从跳舞的蜜蜂和鸣叫的蟋蟀到群游的鱼和聚集在一起的鸟,从鸟鸣到鲸鱼的歌声到动物王国中我们人类的近亲——黑猩猩的语言,所有这些具体研究事例的汇总是我们了解动物王国中各种喋喋不休的交流和不断的运动的一扇窗户。

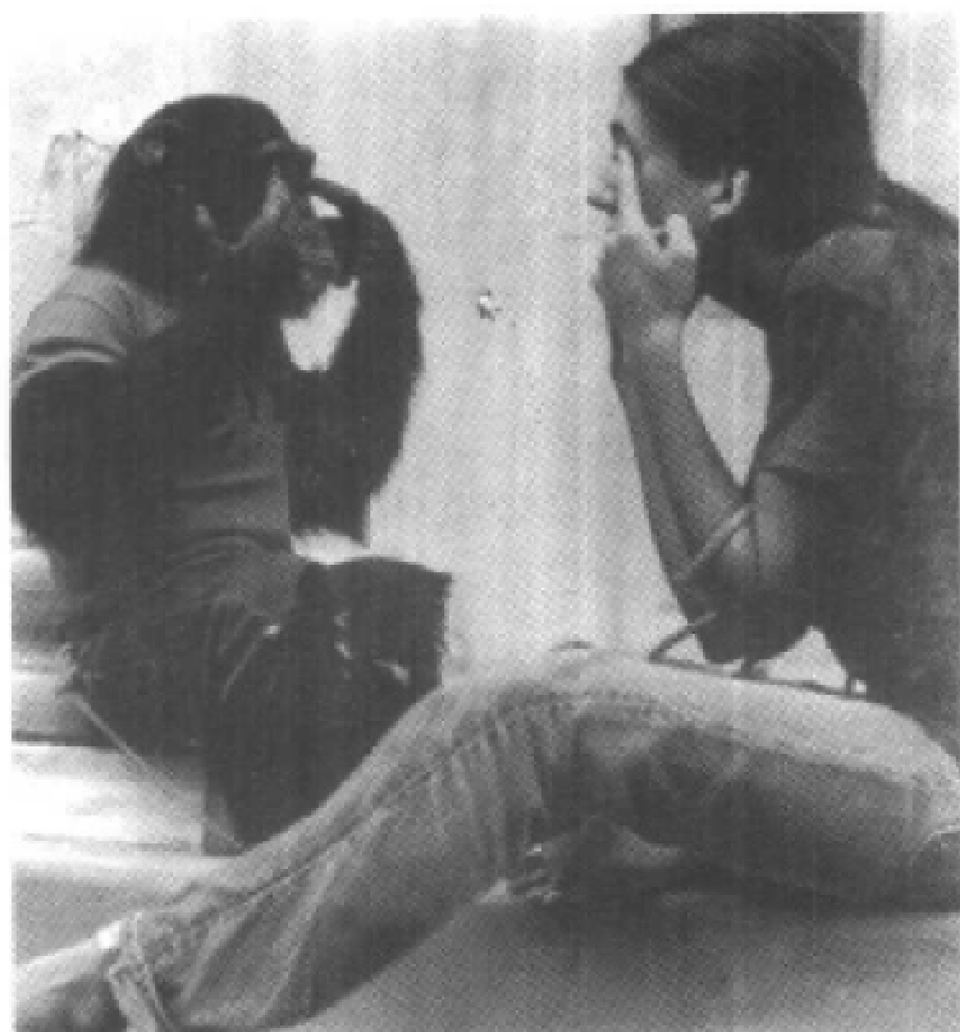
作者:斯蒂芬·哈特(Stephen Hart),生物学家,从华盛顿州奥林匹克山脚下的家中撰写有关科学、医药和技术的文章。

前言:弗兰斯·B·M·德瓦尔(Frans B. M. de Waal)博士是耶克斯地区灵长类动物研究中心的一位生态学家和灵长类动物学家。他是《黑猩猩的机敏和灵长类动物间的和平共处》(Chimpanzee Politics and Peacemaking Among Primates)一书的作者。

封面设计:约翰·坎德尔(John Candell)

摄影:阿特·沃尔夫(Art Wolfe)/托尼·斯通照相馆

科学普及(Popular Science)出版社



动物的语言（THE LANGUAGE OF ANIMALS）

前　言

当遇到一位老朋友的时候，我们不禁会喜笑颜开、相互攀谈。当心里感到窘迫的时候，我们的脸和脖子就会因为毛细血管充血而变红，这表明了我们内心的紧张状态（实际上这样会使事情变得更糟！）我们将拇指和食指碰在一起表示东西很小，而用张开双臂来表示某物很大。

在绝大多数情况下，我们并非有意地做这些事情。事实上，我们很少有意地控制这些行为。例如，我们不能在发布命令的时候脸红，可有时即使内心不愿意，但还是忍不住。又比如在打电话时，即使对方看不见我们也会打手势。我们的身体通讯在大部分情况下都是不由自主的。

如果说语言使人类远离动物王国，那么非语言通讯又使二者联系起来。我们和我们人类的近亲——猴子和类人猿，具有类似的面部表情和手势。例如，玩耍时的小黑猩猩张开嘴的表情看起来就很像在大笑。当它们互相搔痒的时候，黑猩猩会发出嘶哑的、断断续续的声音。尽管这些声音比人类的笑声略显压抑，但同样具有令人回味的感染力。因此，每当听见黑猩猩在我办公室的窗外嬉戏时，我总是禁不住轻声笑起来。

非语言信号的含义随具体情况而变化。例如，人们在高兴或神经紧张时都会笑。毫无疑问，我们肯定可以区分这两种笑之间的差异，因为我们根据所掌握的信息就可以对这种笑的

含义作出判断。类似地，一只黑猩猩会向另一只同类伸出一只张开的手乞求食物。但是同样的手势也表示恳求支持：一只年幼的黑猩猩在受到同类的攻击时会伸出一只手跑向它的妈妈。作母亲的就会跑出来帮助它。一场战斗之后，战斗的一方就会向另一方伸出一只手乞求和平。如果另一方接受这一请求，和平协议就会通过亲吻和拥抱而达成。因此，根据不同的内容，一个单一的手势也许会代表乞求食物、要求给予支援或是一个调解协议。

自然地，我们希望黑猩猩拥有一种像人类一样具有很大灵活性的通讯方式，因为它们毕竟是我们人类的近亲。可是那些数以百万计的并与我们有很少共同之处的动物(包括从昆虫到鸟类)的情况又是怎样的呢？它们的通讯方式也是非常的精巧，而且往往是惊人的复杂。这些动物是如何吸引和驱逐另一只同类，并统一它们的行动的呢？这些事情并非无足轻重，而是涉及到它们生存的大事。对于所有动物来说有一个基本前提是一致的，这就是当两个或更多的同类动物生活在一起的时候，就需要对相互间的社会地位作出安排。有了这个前提，动物就可以确定各自对巢穴的占有或在群体中的等级地位。它们需要在群体中表达各自的希望和意愿，以此表明它们是多么的强壮、多么的性感或是多么的与众不同。

失去了相互间的联系，每个个体仅仅是一个同其他个体隔绝开的孤岛。通讯使得同一种类的个体聚集到一起并协调它们的生活，这包括正反两方面的意义，前者如蜜蜂或猎狗的群体活动，而后者则如一只雄性夜莺为把对手赶出领地而发出的啸声。

很多通讯信号具有种类特点，这是这一特定种类的成员

在自然进化过程中获得的。所有的鹅都是利用伸长并低下脖子来威胁入侵者的，而寒鸦则通过炫耀它们脖子上的羽毛来吸引雄性。早期人类学者，如柯纳德·劳伦兹（Konrad Lorenz），强调动物的这种固有的、天生的本能，将这些行为信号称为固定行为方式。这些与生俱来的本能，向那些认为动物所有的行为都源于学习的科学家们提出了严重的挑战，它对于我们关于人类非语言通讯的观点也有很深的影响。目前普遍认为，这类通讯是同时受遗传和环境两种因素的影响。

事实上，先天的和后天的通讯方式之间的界线已经变得非常模糊了，以至于大多数科学家已经放弃了这种区分，而将其看作一个假的二分法。这真实地反映在通讯信号上，它会因不同的类群或种群而变化，如在第七章将要讨论到的鸟类鸣叫也有地方"方言"。即使是单一种类的发声特点，也会因地域的不同而变化，这是它们既继承先天特征又后天学习的结果。很明显，有关动物行为信号的情况并不像以往假设的那样简单。

有时我们会发现黑猩猩会发出原因不明的任意信号，这有点像人类语言中的单词。例如，在坦桑尼亚的马哈利山区，雄性黑猩猩用一种"撕树叶"的方式邀请雌性。雄性猩猩捡起几片树叶放在嘴里，再从嘴里把叶脉拉出来并把树叶嚼成碎片，由此发出一种特殊的撕裂声来引起异性的注意。这种求爱方式仅见于马哈利地区的黑猩猩群落。这一群落的另一种典型姿势叫做"握手修饰"：两只黑猩猩把手伸过它们的头顶握住对方的一只手，与此同时它们用空着的另一只手为对方修饰打扮。

"握手修饰"行为只见于两个栖息地相距甚远的黑猩猩群

落。在这两个群落里，这种行为方式非常常见，可是在离它们很近的黑猩猩群落中却从没有发现过。这些情况表明这种行为方式是一种"文化"方式，也就是一种通过向上一代学习而获得的习性。

几年以前，我在耶克斯野外工作站吃惊地发现，正在相互修饰的两只黑猩猩突然举起了它们握在一起的手。那确实就是在照片上非常少见的"握手修饰"行为。我知道这种行为即使在野外也非常少见，更不要说被驯化的黑猩猩了。两只雌猩猩中的一只叫乔治亚，这种行为是它自己的"发明"，而且我们只发现这只雌猩猩有这种行为。因为乔治亚出生并生长在一个被驯化的群体里，所以它不可能从外界学习到这种行为方式。

开始，我们观察到的这种"握手修饰"行为的次数每月不到一次。而到了 7 年后的今天，这种行为变得非常寻常，有时还不只就乔治亚这一只猩猩会有这种行为。我偶尔从左手边的窗户向外面的"森林"望去，会发现两至三对的黑猩猩在同时作出这种奇怪的动作。我在我所熟悉的其他黑猩猩群体中从没有发现这种行为，这也使得这一群黑猩猩明显区别于其他群体。

在我们所熟悉的动物种类中，它们的非语言通讯包括固定的、种类专一的行为和后天习得行为。这是供动物学家研究的最丰富的主题之一，本书就提供了很多令人着迷的有关动物与同类保持联系的例子。

亚特兰大，埃莫瑞大学，耶克斯
地区灵长类研究中心，心理学系
弗兰斯·B·M·德威尔

引 言

你很难找到一个在他成长过程中没有同动物说过话的人。从30年代的米老鼠卡通片到1994年上映的电影"狮子王",从"靴子里的小猫"到布莱恩·杰克(Brian Jacques)的老鼠英雄玛蒂梅奥,各种媒体上的儿童故事充斥着那些能和同类动物、其他种类动物以及人类说话的动物。在卡通片和书问世之前,几乎所有民族的民间传说中都有会说话的动物。

孩子们不久就会知道其实动物并不会说话,至少我们人类听不懂它们的话。它们到底能不能说话?这需要先了解一下和我们人类最密切的动物朋友。当狗将冰冷、湿润的鼻子紧紧地顶在主人身上,然后跑向门口时,主人就会明白它发出的信息:"我要出去"。中午,一只小猫跳上桌子,在主人的计算机键盘上蹦来蹦去,然后把主人领到空空的猫食盒前(很可能已经被狗舔干净了),这样它就又同人类进行了一次交流(人类本身就属于动物世界,但是为了避免重复,我一般用"动物"来表示"非人类动物"。)

在它们自己的王国里,动物们相互传递信息。一只雄性蜻蜓扑向雌蜻蜓,抓住异性在空中进行交配。根据身体的大小、形状和颜色等通讯特点,它是很少抓错对象的,而研究人员则可以利用模拟雌性的颜色斑点来迷惑雄性。很明显,利用体形

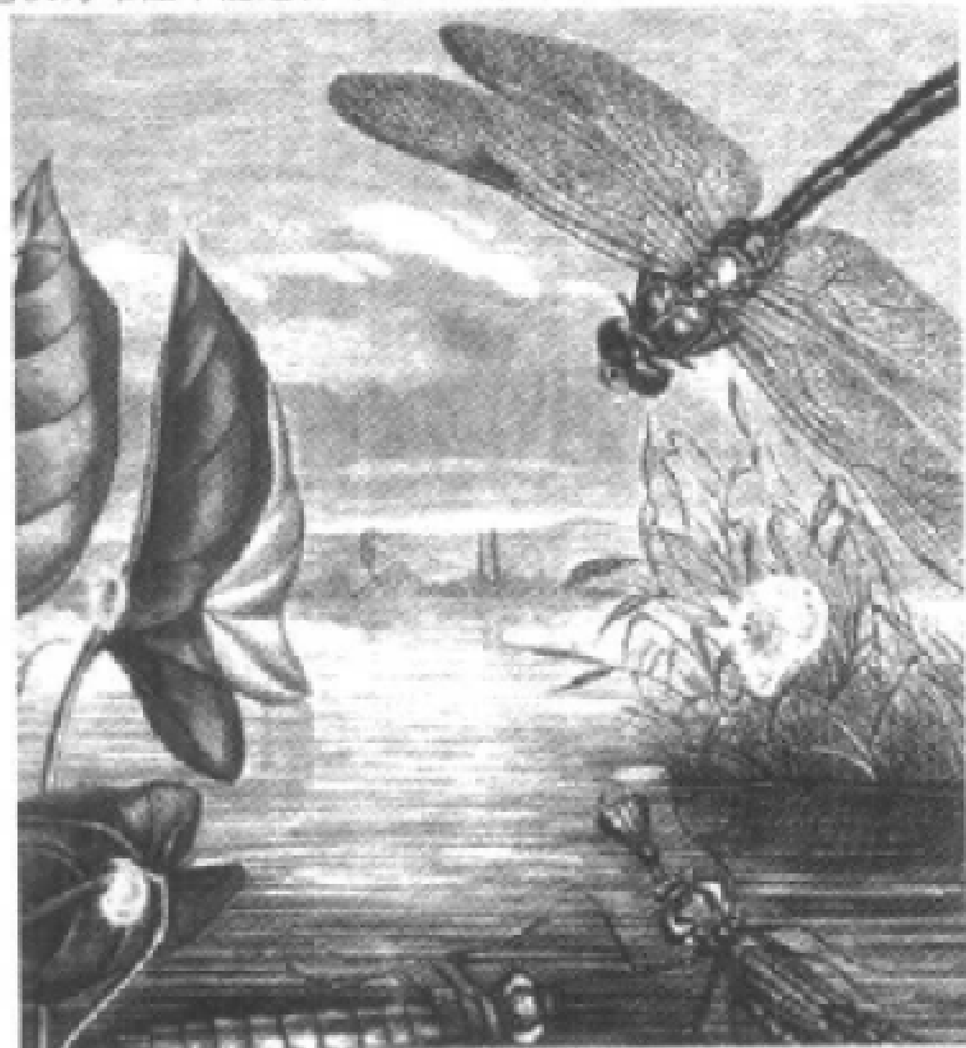
和体色进行通讯不需要知道信息的发送者，这些信息也没有什么特别的含义。其他几种通讯类型，同样地也不需要知道信息的来源。很多雌性动物，包括蛾子、无毛的鼹鼠和狨，都可利用气味进行通讯：如雌蛾可以将数英里以外的雄蛾吸引过来，雄鼹鼠可以只让一只雌鼹鼠在领地里产仔，而抑制其他同类生产。

这些动物也许不知道它们的身体颜色和形状。但是其他很多动物可以进行更有选择性的交流。雄性向雌性发出的一个常见信息是"嘿！我是一只雄性，让我们结婚吧！"，雌性收到这个信号后，虽然所得到的信息非常少，也会悄悄地找到雄性。对大多数种类的动物来说，雄性喜欢加一个形容词："我不只是一只普通的雄性，我是一只伟大的雄性。"那么雌性会选



尼姆正在说"我"

择这只最好的"广告者"吗？查尔斯·达尔文在他1871年出版的《人类的遗传及性选择》一书中提出这个问题——"在性选择上有一个非常重要的问题，那就是同一种类动物中的所有雄性对雌性的吸引力是否都是一样的，还是雌性也有所选择，只喜欢某些雄性？"达尔文的同学阿尔福雷德·卢塞尔·华莱士(Alfred Russel Wallace)，也发表了有关自然选择的文章，他认为雌性不能选择雄性，因为所有雌性动物的智力水平都



蜻蜓

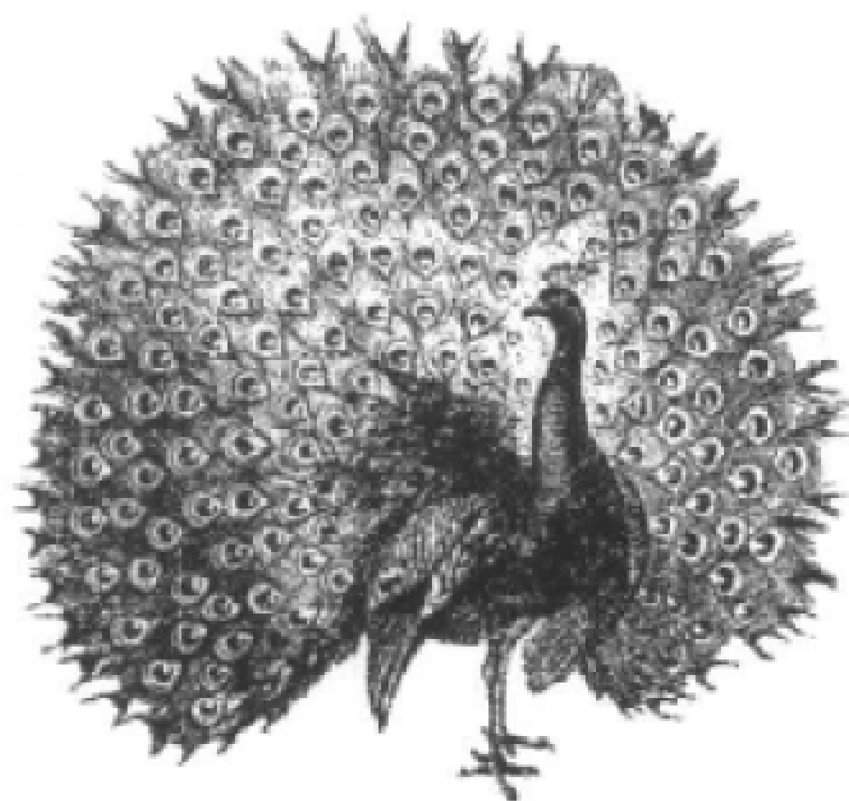
不具备区别雄性的能力。虽然当代许多研究行为进化的科学家都不同意华莱士的观点，但是究竟雌性是如何进行选择的仍然有很多相互矛盾而且错综复杂的看法。

研究动物行为进化的科学家提出了几种雌性选择雄性的方法，也就是几个有关动物进化的基本原理。某些种类的动物，雄性通过向雌性提供食物、帮助和保护，使雌性获得立竿见影的收益，由此雌性认为选择对方作为配偶是最明智的选择。如果雌性的选择是对的，它的配偶会细心照顾它，它会生出健康的后代。这些后代将携带它和它配偶的基因，这些基因就可能包括那些对后代有利的遗传信息，这样，它的基因将为后代提供良好的生存机会。对于其他种类，雄性仅仅充当提供精子的角色，这样故事就会变得复杂得多。一只雌性会选择那些和优良基因相关的生理特点的雄性，并且会采取几种方法去选择最成熟的雄性。例如，它会选择身体最大、能发出低沉的或优美的声音的雄性。这些雄性的生存时间要比年轻的雄性长，因此可以传递它们的生存基因。雌性也许会选择活跃的或是看起来比较健康的，即能跳非常优美的舞蹈和炫耀华丽羽毛的雄性，这些雄性将贡献它们健康的基因。雌性也会选择居统治地位的雄性，它们能任意占有最大的、最好的领地，那些能打败其他同类的雄性也常常是雌性选择的最佳对象。

在所有的这些举例中，雌性都相信通讯信号，但是它们的选择也许是一个错误。我们可以想像雌孔雀会选择尾羽较长的雄性，因为华丽的尾羽表示雄性具有良好而健康的身体，它们有能力花几个月的时间长出绚丽的尾羽。这些雄性也会提供各种确定其他生理特征的良好基因。雌性对长尾羽的选择，导致了孔雀的尾羽向越来越长的方向进化。在一幅利用尾羽

长度和雄性的适应性作出的平面图上，图上的某一点，二者的增加量相交，超过这一点，尾羽的长度就会阻碍雄性的适应性，不再具有遗传优越性。尽管长尾羽能反映出许多良好的生理特性，而现在它已经没有任何意义了。整个过程成为了一个循环往复的系统。尽管一些尾羽较短的雄性具有更好的遗传选择性，可是绝大多数雌性仍会继续选择尾羽最长的雄性。当然，这个系统最终会因为雌性选择了其他能使它们获得更成功的繁殖机会的生理特点，而重新得到平衡。

一些科学家推测，如果一个行为通讯信号表示一类基因



孔雀

453153

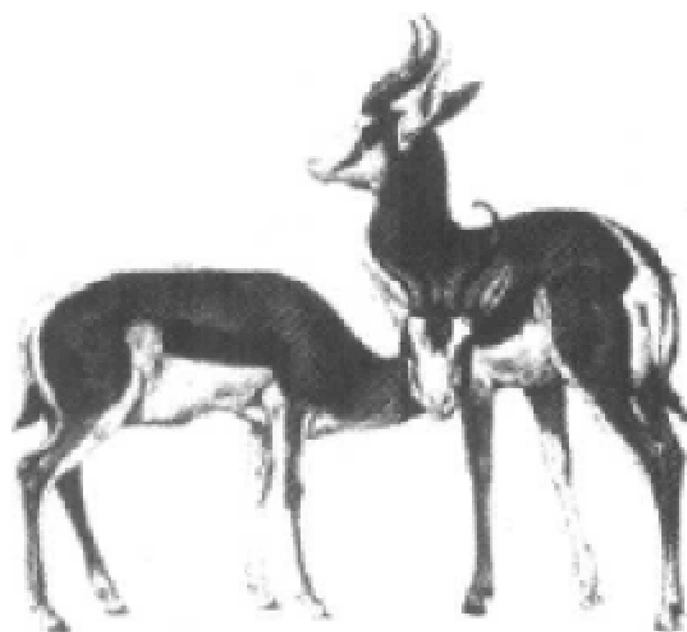
的话，雄性肯定会为此付出一定的代价。这就是所谓的障碍原理。这个原理认为，华丽的羽毛、巨大的鹿角以及剧烈的舞蹈实际上都会降低雄性的生存力，只有付出这种代价的雄性才能找到配偶。那些代价较低的求偶方式并不代表这类基因，因此，雌性只会寻找那些代价昂贵的求偶鸣叫、求婚舞蹈和华丽羽毛等对雄性似乎没有价值的通讯信号。这些昂贵的通讯方式对捕食者来说，则表明了捕食对象的健康状况。跳羚是生活在非洲卡拉哈里沙漠的小型羚羊，它用一种叫做“小牛跳跃”的奇怪的行为方式向猎狗或鬣狗展示了它们非常良好的健康状况。当跳羚看见捕食者的时候，它们不是尽全力奔跑，而是不时地凌空跳跃。它跳跃的高度高于其身高，前、后腿像体操运动员那样平行伸直，这种行为表示的意思是“追我是没用的，我可以很轻易地甩掉你。”尽管某些特殊的个体行为仍会发出欺骗信息，一些科学家仍然承认障碍原理保证了这些行为信息的真实性。

动物发出“欺骗”信息并不仅限于交配通讯，也可以散布到潜在的捕食者、交配竞争者和社会性类群的各个成员的通讯中。

双领行鸻的巢建在易于被捕食者发现的岩石岸边，这种灰白色的鸟安卧于棕黄色的草丛和灰色的卵石中，和背景色融为一体。如果你碰巧遇见一只，你会发现一个令人吃惊的场面：这种鸟不会和你对峙或快速逃走，而是拖着一只好像受了伤的翅膀，摇摇摆摆地在和你保持一定距离的前方蹦跳。如你像一只浣熊那样追上前去，你会发现它总是与你保持着你伸不可及的距离，逐渐地引你远离它的巢穴。如果你转身走向鸟巢，它会一跛一拐可怜地绕着你转。最终，当你被彻底引开后，

它会像凤凰一样突然地飞走。

这种明显的欺骗行为并不需要鸟具有结构很复杂的脑子。萤火虫经常在具有欺骗意味的神秘小说中充当阴谋策划者和杀手的角色，这些在全球分布的小型甲壳虫将化学物质在它腹部的一个特殊器官里进行混合，从而在黑夜里能发出耀眼的绿色亮光。雄虫一闪一闪地发出一种特定频率的光，期待着雌性的反应，然后根据雌性的应答找上门去进行交配。



跳羚

那些不警惕的雄性发出类似寻偶的闪光往往会导致可怕的后果：某些以其他种类动物为食的雌性会模仿该类动物雌性的闪光对这些雄性进行诱捕。这些雌性的诱捕成功率大约为10%。一般雄性都会落在做出反应的雌性的附近，但与其保持很短的距离，然后对雌性的闪光特征进行核对或者再通

过辨别气味进行双重检查。

一些雄性的犹豫和戒备将会为那些狡猾的同类雄性提供先下手为强的机会。这些狡猾的家伙首先接近雌性并进行确认，然后它们开始模仿那些捕食者的闪光，这就使得其他竞争者更加犹豫不决，从而让这些计高一筹的小动物有更长的时间向同类雌性倾诉爱恋之情。

这些动物也许是非常自然而不是有意识地做这些事情，但它们确实没有只是重复一个固定的行为方式。双领鸻诱开那些潜在的捕食者而且会观察它们的反应，如果确认没有引起捕食者的注意，它就会有意表现肢体的不灵便。当一只雄萤火虫试图和雌性取得联系的时候，就会在发出这一种类特有的信号吸引异性的同时，也发出其他种类的信号来吓跑竞争者。这些行为至少包含了一个复杂的、无意识的通讯过程。有时确实很难相信萤火虫会有意识地进行欺骗，若由此联想下去，人们会认为双领鸻完全是有意地伪装受伤，而一些高级类人猿之间进行欺骗的例子则也许会改变那些持强烈怀疑态度的人们的想法。

弗兰斯·B·M·德威尔(Frans B. M. de Waal)在荷兰阿纳姆的伯格动物园的户外养殖区中，研究了一个很大的黑猩猩栖息地。在他写的《黑猩猩的政治学》一书中，他描述了几个观察到的黑猩猩能够设计进行欺骗的例子。其中的两个事例如下：

一只名叫耶瑞的黑猩猩在和另一只叫尼基的同类的打斗中受了伤，受伤后它就开始一瘸一拐地行走。但是通过仔细观察，德威尔和他的同事最终发现这只黑猩猩只是当尼基看见它的时候腿才会瘸。一旦它绕过拐角或是绕到攻击者的后面，

它的腿就神奇般地复原了。

另一只叫做普瑞斯特的黑猩猩养成一种假装作出调解手势的习性。每当一场战斗之后，一只猩猩就会伸出它的手，像是要与对方握手言和。如果普瑞斯特参加了这场战斗，它有时会停下来，慢慢向前凑，并伸出手。当对方接受了这种调停的请求，普瑞斯特就会抓住对方的手同时发动另一次进攻。

通过观察黑猩猩和许多其他动物的通讯过程，我们不可能不注意到这些动物的行为与我们人类的行为存在着惊人的相似之处。例如，当黑长尾猴发现一条蛇或者一只鹰的时候就会向同伙发出呼叫。猩猩和其他动物的通讯相当复杂。蜜蜂通过它们简单的通讯就可以转告有关远处蜜源的信息。这些行为是语言吗？没有人会把蜜蜂的舞蹈乃至黑猩猩的叫声同人类的语言等同起来。不管我们是在什么文化背景下长大的，人类通讯在复杂性和精巧性上都远远超过了任何动物的通讯交流。这种区别究竟是指程度上的不同还是方式上的不同呢？

从历史的角度来讲，哲学家承认语言使得人类有别于那些头脑简单的野兽。尽管大多数现代科学家都完全接受达尔文有关“所有的生理学特征都是由简单进化到复杂”的这一断言，但论及语言，科学家们又分成了两个阵营。一方坚持认为人类的语言同动物的通讯没有多少相似性，反对用“语言”一词形容动物的通讯。这些学者，包括很多语言学家，他们用人类语言的特征定义“语言”一词，如：创造性，规律和含义。另一方则反击说动物的通讯正像其他生理特征一样，也是由简单进化到和人类语言一样的复杂。这些科学家在研究了猴子和黑猩猩在自然状态下的行为，以及高级灵长类学习同人类进行一定程度的信息交流的实验之后，确信人类语言和动物语

言的区别只是程度上的不同，而且其间的差异远比大多数人想像的要小。

不管人类的语言有多么高贵，我们仍能在一定程度上和某些动物进行信息交流。高级灵长类根据手势和信号学习“语言”。鹦鹉可以学习单词发音，甚至能用这些词证明学习的成绩。一个明确的“不”，当然可以传达一些信息给一只狗。很多动物通过学习能够对手势和语音命令作出反应，我们将这叫做“训练”。另一种实验显示出人类几乎可以向任何一种动物传递信息。把动物的声音录下来并将声音播放，就可以引起动物们的注意，或者就像原来的叫声一样引起同样的行为反应。在一些实例中，研究人员发出的经过修改的信号会引起有所变化的行为反应。这些叫作“播放实验”的研究方法，是科学家用以揭示动物通讯奥秘最有力的工具之一。

动物通讯的领域跨越了一个宽得令人难以置信的范围，包括从乌贼的颜色布局到海豚的复杂社会生活。每种有性繁殖的动物，至少在繁殖的时期必须进行足够的通讯交流才能进行交配。被用来进行通讯的方式既包括人类常提到的5种感官，也包括一些我们无法察觉的方式，如鲨鱼的电子感觉器官和鲸鱼的次声感觉。我从这浩瀚的由各种有趣的资料构成的知识海洋里只举了几个例子，而有意留下很多这篇文章所不能涵盖的线索，希望读者通过阅读这本书，当然，更重要的是掌握有关动物的第一手资料，从而激起渴望进一步了解动物通讯奥秘的愿望。

最后，我不得不承认我是作为一个狂热的动物爱好者而作出了写这篇文章的选择。我自己豢养了一只南美蜘蛛猴作为宠物，用口哨对一只几内亚猪发出指令，利用我的立体声系

统监测电鱼，对数不尽的狗道一声“你想出去走走吗?”并与几只小猫讨论饭碗的质量。

我越来越热爱虚构中的和真实的动物。我从事神经生物学研究，一门比语言研究和野外观察更为容易掌握的科学。我希望在这本书中能袒露我对动物的热爱及我的疑虑，同时表露我的坚定信念，那就是通过了解和保护那些与我们共同分享这个美丽星球的所有生物，我们可以使世界变得更加美好。

名叫“汉斯”的马并不会计算



19世纪后期，一位名叫威尔海姆·冯·奥斯汀(Wilhelm von Osten)的德国教师进行了一次历史上最声名狼藉的动物通讯实验。被用来进行实验的动物是这位教师的马——“汉斯”。这次实验为日后那些希望查明人—兽通讯可能性的研究投下了一道阴影。

冯·奥斯汀认为汉斯是一匹聪明的马，并开始教它基础计算。这位前教师决定用他以前教育学生的方法来训练汉斯。出的问题由易到难，而汉斯的表现好得令人吃惊。汉斯用踏一只前蹄的次数作两位数减法，它很少出错。

汉斯的名声传遍欧洲，吸引了众多好奇的上门参观者，其中包括很多著名的科学家。没有人怀疑汉斯的才智。它甚至能在训练者的视线以外回答参观者的问题。

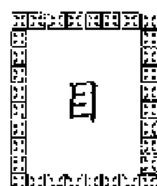
尽管如此，两个怀疑者仍决定设计一个比汉斯更聪明的测试。首先他们确定一个问题，先由一个人低声说给汉斯，然后这个人走出它的视线。令人吃惊的是汉斯仍能正确解答问题。但当耳语者在向汉斯提出一个其他人都不知道的问题后

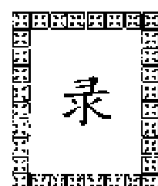
离开房间，汉斯就变得踌躇不决了。它的成功机率一落千丈。

事实上，汉斯的聪明程度远远超过人们的想像，但并不在解算数题上，而是在理解人类的形体语言上。冯·奥斯汀吃惊地了解到汉斯只是简单的开始踏步，直到冯·奥斯汀的身体语言指示它已经踏到了正确的数字。汉斯已经学会总结出这一技巧，用以回答主人、其他提问者乃至任何知道答案的旁观者提出的问题。但是当它的视线中没有人知道答案时，汉斯就没有线索确定何时停止叩地。

"聪明的汉斯"事件使有关人一兽通讯的研究冷落了数十年。今天没有人认为马能够明白人类的语言。但是很多人确信高级灵长类就可以。在60和70年代，试图与各种动物，包括黑猩猩、猩猩和大猩猩，进行通讯交流的研究工作已开始复苏。"聪明的汉斯"现象又被提了出来。一位研究者分析了训练者和他的研究对象之间"对话"的录像带，这个研究对象是一个名叫"尼姆"的黑猩猩，它已经学会了一些从美国手势语中衍生来的单词手势。对画面一帧一帧的分析表明，训练者不经意地给每个词作出提示和定义，尼姆只是对此进行模仿。训练者不知道就是自己向研究对象提供了暗示，还以为尼姆能够造句呢。经过第二次研究高潮后，热衷于对动物进行人类语言训练的研究者日益减少。现在没有几个继续进行这类工作的研究者还记得"聪明的汉斯"，他们只是尽最大的可能去设计那些科学的、"干净"的实验。







前　言……………………………………………………… 1

引　言……………………………………………………… 1

第一章　头足类……………………………………………… 1

第二章　蜜蜂的舞蹈………………………………………… 8

第三章　其他的昆虫 ……………………………………… 13

第四章　蜘蛛 ……………………………………………… 24

第五章　鱼类 ……………………………………………… 31

第六章　蛙类 ……………………………………………… 41

第七章　鸟类 ……………………………………………… 49

第八章　鲸类 ……………………………………………… 64

第九章　低音提琴手 ……………………………………… 78

第十章　猫科和犬科动物 ………………………………… 90

第十一章　猴子………………………………………… 100

第十二章　类人猿……………………………………… 107

第十三章　结语………………………………………… 121

第一章 头 足 类

“我是泰山，你是珍妮”。如果雄性乌贼能够讲话，这也许是它的开场白。尽管乌贼很少运用声音作为通讯手段，雄性还会有一个开场白，这段话会变得很长，但是概念会更简洁，如“我是泰山。你也是泰山吗？不是？那你一定是珍妮。”乌贼和鱿鱼利用它们的那种特有的控制皮肤色素的能力进行通讯联系。它们利用皮肤上的色点、色斑和背景色传递信息。乌贼独一无二的视觉通讯，还包括游泳的姿态和它10个触手的姿势。章鱼、乌贼和鱿鱼均属于头足类软体动物，软体动物还包括蜗牛、蛞蝓和蛤。在这个软体动物的世界里，头足类可以算是精神巨人，它们用触手抚弄物体，利用喷气推进游泳，用喙吃东西，而且具有和我们人类一样复杂的眼睛。


常见的欧洲乌贼

头足类动物的大脑直接连接着特殊的肌肉，通过色素细胞的收缩和舒张使皮肤的颜色产生瞬间的变化。它的皮肤表皮细胞充满了红、黄、黑3种色素，细胞可以在几千分之一秒内收缩使色素扩散，从而能够迅速改变肤色。当色素细胞收缩时，位于皮肤表层下的白色素细胞和更深层

的绿色素细胞就会暴露出来反射光线。头足类动物还可以通过改变皮肤的质地加强通讯联系，如鼓起皮肤上的疣状突起或使之平滑下来。虽然头足类动物并不能看见颜色，但它们却可以与周围的环境融为一色。

当它们不能融入背景色的时候，一些鱿鱼和乌贼会制造一些戏剧性的图案来掩盖整个或部分身体。在对一些种类进行研究的过程中，观察者能分辨出31种全身图案，并计算出，由全身图案、部分身体图案、皮肤的质地和身体的姿态可能进行的组合方式可达到300种。同其他头足类动物相比，章鱼的交配保持着唯一的例外，研究人员发现章鱼具有非常少见的通讯方式，他们把它叫做"复杂通讯"。像乌贼和鱿鱼一样，章鱼也是根据内部生理状态决定身体颜色的变化。一些雄章鱼炫耀变大了的吸盘进行所谓的"吸盘夸耀行为"，一般推测认为这是为了吸引异性。一种雌性章鱼的喙的周围长有发光细胞，就像涂了绿色的唇膏，这也许是用来吸引雄性的。



发磷光的鱿鱼

乌贼珍妮像其他雌性一样，并不是任何雄性都能满足雌性的要求，雌性总想找一个健康、充满活力的伴侣，因为强壮雄性的精子所



乳白色鱿鱼的交配舞蹈

携带的基因将会增加后代生存、成熟和再繁殖的机会。雌乌贼在寻找配偶的时候要核对很多生理特征，个体的大小当然意味着身体健康的程度。另外，乌贼和鱿鱼游泳时直立的触手和它们变动着颜色的皮肤，在雌性的眼里也都是那么的富有诱惑力。

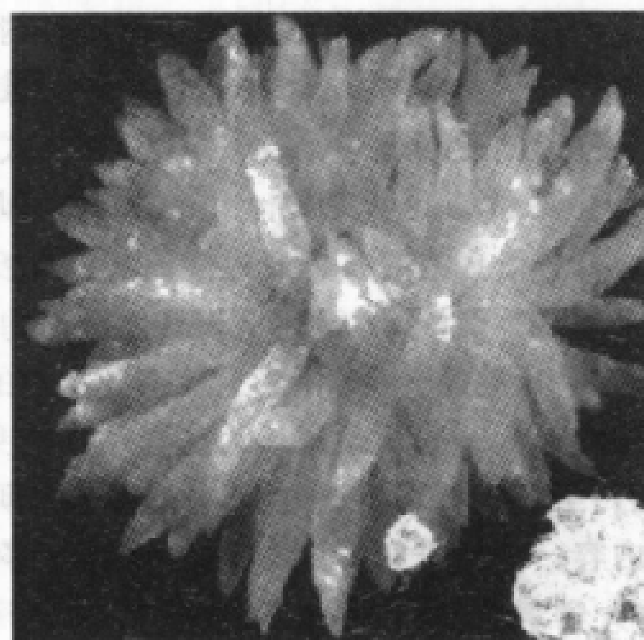
乌贼和鱿鱼虽然不是像生鱼冷饭团那样的美味佳肴，但也是几种海洋捕食者最喜爱的食物，因此它们为了逃避厄运，一般都是通过混杂、隐蔽体色融入到背景之中。但当雄性乌贼进行交配时，传宗接代的欲望往往会战胜对捕食者的恐惧。

雄性乌贼将它的手臂向前伸直，结成一束或形成一个10股的拱形篮子，它的皮肤显现出醒目的斑马图案以标志其性别。附近在游弋的乌贼们得到了这个信息后，雄性乌贼向它致意，而雌性则保持着身体上斑驳的色斑，既缺少雄性图案，也不展示任何醒目的雌性图案，本身就将自己的性别告知雄性。如果雄性乌贼也许是因为生病而没有显示斑马图案，那么其他雄性乌贼就会误将这位“先生”当作“小姐”。

在同一类群中的雄性乌贼都会炫耀它们的斑马图案，而绝大多数雌性都保持斑驳的颜色。如果一只附近的雌性乌贼把它的隐蔽图案变成一种更加单一的灰色，就表明它已作好了交配的准备。雄性乌贼之间求偶的竞争使得彼此间的关系变得紧张起来，某些种类则演变成身体接触和厮咬。最后，除了最大的一只外，其他雄性乌贼都将尾巴歪向一边并退却下来，身体上的图案也恢复成正常情况下的那种斑驳的单性图案，这一切就像一只被驯顺服的狗：把尾巴夹在两腿中间以示屈服。

在利用强壮和勇猛挫败了附近的雄乌贼之后，胜利者即

由咄咄逼人的姿态变得温柔缠绵起来。它开始接近雌性，并把与异性的视觉交流变成了触觉交流，在雌性的眼睛和触手间温柔地抚摸。对于此举，雌性乌贼的反应首先是闪现出一种紧急分裂图案以示警告。雄乌贼向对方喷水，并很有礼貌地游得稍微远一点，以此来使对方安静下来。接着它又接二连三地游近雌乌贼，直到对方张开触手接受了这位如意郎君。如果这时有一位不知趣的小子闯入这对新婚燕尔夫妇的领地，正在求婚中的雄性乌贼就又会闪出显著的斑马图案。如果此时雄乌贼正与妻子肩并肩地游动，它甚至可以只在面对入侵者的身体一侧显示出条形图案。而与此同时，它面对雌性乌贼的一侧仍保持着具有性引诱色彩的单一灰色。最后，这对有情人触手挽着触手开始交配。现在双方都显示出隐蔽、混杂的身体图案，以便尽量不引起别人的注意。



完整的鱿鱼卵囊团

鱿鱼是一种比乌贼更社会化的软体动物，它也是利用皮肤的颜色来求婚的。它们一般由10～30个个体聚集在一起，不久就分裂成一个个由一个雌性和2～5个雄性鱿鱼组成的求婚群体。个体最大的雄性引导雌性远离其他追求者。它们就开始了相互间优美的摇摆、来来往往的游动等一些求婚序曲。如果这时雄性鱿鱼离对方太近，雌性就会迅速地游走，雄性则在后面紧追不舍，这种嬉戏可以在很高的速度下持续一小时之久，这很可能是雌性用来检验雄性鱿鱼健康程度的一种方式。雄鱿鱼用一种不同于乌贼的斑马条纹驱走其他竞争对手。它们也以展现出一种一侧的光滑、银色图案，表示警告对手“离远一点”。同样，雄鱿鱼也只是向其他雄性显示这种单侧银色图案，而对着雌鱿鱼的一侧则仍为求偶图形。

鱿鱼不是拥抱着交配的，而是由雄鱿鱼将一种小的、具有粘性的精子包粘在雌性的身体上。如果它放出了精子包，它会显示出一种抖动的色素图案。如果精子包粘住了雌性，雌鱿鱼将精子包放在自己的受精囊中，从而完成交配仪式。

作为群居生活的头足类动物，鱿鱼（如伸展鱿鱼（*Sepioteuthis sepioidea*））和乌贼明显是通过交流相互间身体内部的生理状态来准备进行交配、鉴定性别和其他活动的，就如人类的脸红、口吃和举止腼腆一样。那么头足类动物间的通讯是否仅限于性别鉴定呢？一些科学家认为这些动物的身体图案也有名词、动词乃至形容词和副词之分，举止和运动则是向通讯信号中添加内容。一位研究头足类动物行为并在阿尔伯特的累兹布雷治大学教书的心理学家简妮芬·玛泽（Jennifer Mather）说：“如果伸展鱿鱼在身体的侧面显示条纹图案，然后在眼睛上面显示出金色的眉毛并扬起触手，那么这种条纹

图案再加上金色的眉毛和扬起的触手包含着比条纹本身更加复杂的意义，甚至每条条纹都有不同的含义。”尽管玛泽的假说引起人们的很大兴趣，但到目前为止，还没有人证实她的理论。

为了进一步研究头足类动物的视觉通讯，玛泽和其他研究者希望能“讲”这些动物的语言。他们利用一种染色模型，即一种通过感官同乌贼进行通讯的方式，模仿乌贼的视觉含义，进而能够看到动物的行为变化，并开始对这些动物复杂的通讯有所了解。

“当我们最终知道头足类动物是否具有一种视觉语言的时候，我怀疑它们将不会有像我们人类语言那么复杂的通讯方式。”玛泽总结说，“如果我们最终拥有足够的时间、能力和资源去揭示头足类动物的通讯系统的奥秘，我不认为我们会有任何有趣的发现。”



乳白色的鱿鱼正在交配中

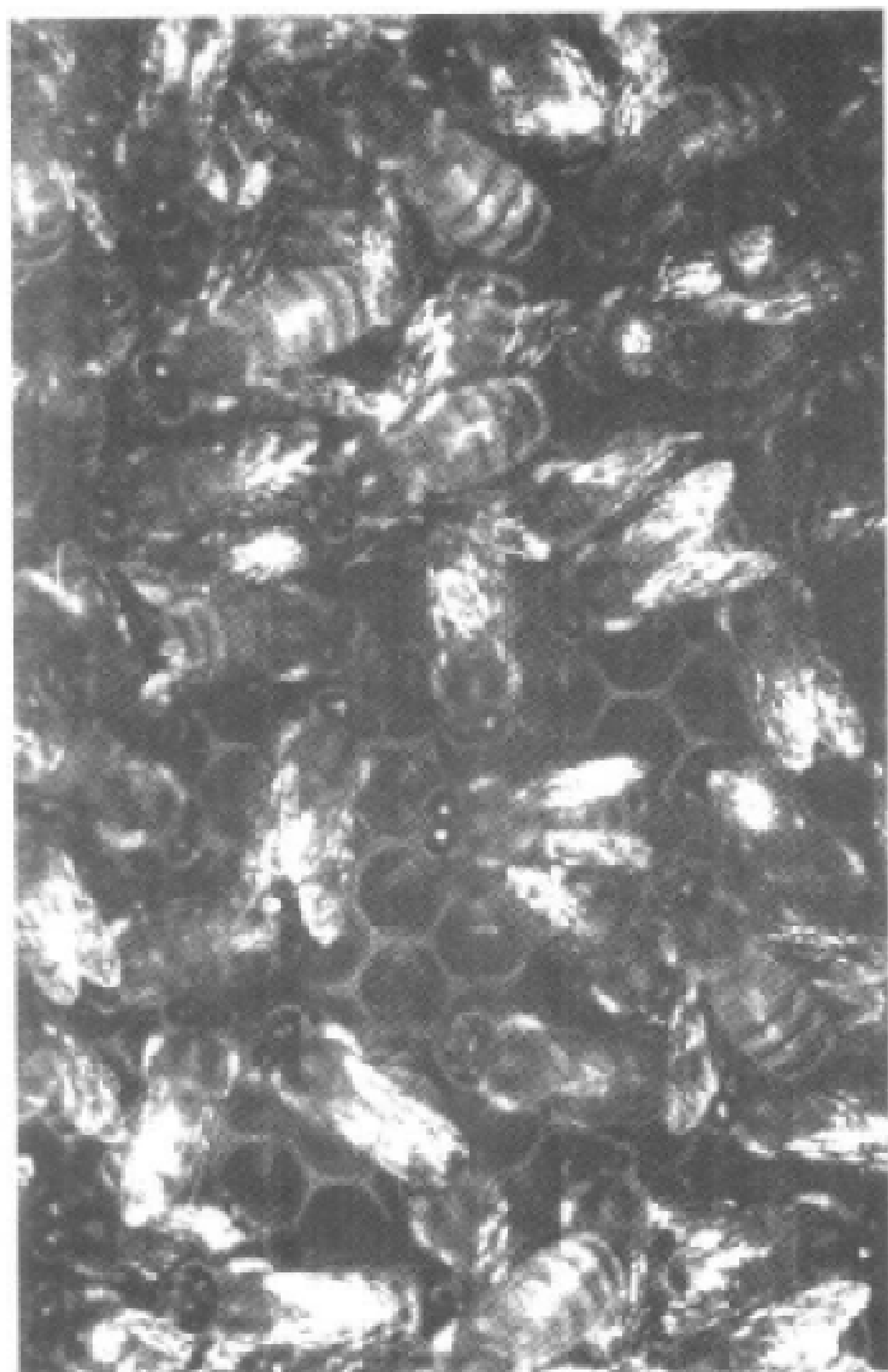
第二章　蜜蜂的舞蹈

蜜蜂不仅向人类提供了自然的甜蜜，也丰富了我们的语言，诸如"像一只蜜蜂那样忙碌"。它们还向我们提供了少见的，有关动物远距离通讯交流的资料。一些人认为，蜜蜂的交流正如它们本身的结构那样简单，它只是为我们提供了有关非人类动物间符号通讯的一个例子。

大多数昆虫都限制它们的社会性活动喜欢独来独往，以便尽快找到食物和交配。而蜂和它们的近亲，如白蚁，则形成了包括劳动和合作在内的社会分工。在大多数种类的昆虫中，合作需要以某种方式进行通讯，蜜蜂的舞蹈就是一种原始形式。一只工蜂（顺便说一下，所有工蜂都是雌的）发现了一处含有丰富花蜜的蜜源之后，就飞回蜂巢。不久，数十只工蜂就在蜜源与蜂巢间建立起一条蜂道。

后来者是如何发现蜜源的呢？这个问题自亚里士多德时代就一直困扰着自然科学家。在20世纪早期，奥地利生物学家卡尔·冯·福瑞斯克(Karl von Frisch)开始认真地研究蜜蜂。首先，冯·福瑞斯克发现蜜蜂仅仅能搜寻出由侦察蜂不经意地带回蜂房的气味。他也注意到了那些从位于蜂房附近的糖　水饲喂站返回的蜜蜂加入蜂巢中忙碌的行列，而那些从远处花丛带来花粉的蜜蜂则跳起了"8"字形舞蹈。

冯·福瑞斯克先将这些行为称作花蜜舞和花粉舞。但是



跳舞的蜜蜂和它的同伴

通过进一步的研究，他认为侦察蜂回到蜂巢后忙碌的活动所交流的不仅仅是兴奋或有关食物的情况。通过将其饲喂站从蜂巢附近逐渐搬远，他发现当饲喂站距蜂巢之间 50～100 米的时候，蜜源探寻者开始跳“8”字形的花粉舞。冯·福瑞斯克对此下的结论认为，这种舞蹈只是和食物源的距离有关，而与食物类型关系不大。

蜜蜂嗡嗡抖动着的翅膀和来回摇摆着的腹部，也是一种有意识的行为。它们沿一条直线飞行，然后先向左转再向右转飞回起点。冯·福瑞斯克发现侦察蜂翅膀摆动的速度和飞行路线的角度，就是向簇拥在它身边的工蜂们交待食物源的距离和方向。

在一个水平的蜂巢里，一只蜂在环绕飞行的过程中用一个横切的轨迹指示它发现的有大量花粉的鲜花的方向。它摇摆的速度和每分钟绕飞的圈数表明鲜花距蜂房的距离。但是大多数蜂巢具有很多垂直的蜂房。一只侦察蜂是如何指示出正确的方向呢?调查表明，它是通过指示蜜源与太阳的角度来表示其相对于蜂巢的方向。垂直向右 45°的意思是太阳向右 45°。侦察蜂的活动甚至可以表示一天中太阳的运动，但是它不能重新确定蜂巢的方向。蜜蜂通常在树上筑巢，所以对它们来说进化出确定一个旋转的蜂巢的能力并没有什么实际意义。但是从事蜜蜂的研究人员可以很轻易地在一个盒子里旋转一个蜂巢，使其面朝不同的方向。在这种情况下，蜜蜂就被弄糊涂了，也辨别不出舞蹈指示的方向。

对于冯·福瑞斯克的有关蜜蜂有“语言”的理论，其他一些科学家持怀疑态度，时至今日，他们中的一些人仍赞同冯·福瑞斯克早期的有关气味引导蜜蜂的观点。尽管如此，冯·福

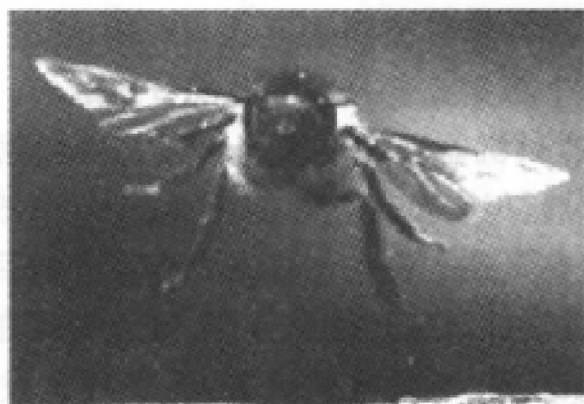
瑞斯克仍于 1973 年因其在蜜蜂的通讯研究领域上的杰出成就同别人共同获得了诺贝尔奖。

对任何通讯系统进行研究，一个非常关键的测试就是对其进行实验性的修改。我们能用蜜蜂的舞蹈告诉它们一个它们从没有见过的目标的距离和方向吗？1989 年，一队由丹麦欧登塞大学的阿塞尔·密切尔森(Axel Michelsen)带领的欧洲科学家对此进行了研究。他们用黄铜和蜂蜡制作了一只蜜蜂，用剃刀刀片代替翅膀，这只机器蜜蜂会以要求的每秒钟 280 转的速度旋转并发出嗡嗡声，还可以摇摆腹部并能跳圆圈舞。它甚至可以将一滴滴的糖水传送给旁观者。

研究者利用计算机控制这只机器蜜蜂，使之可以跳舞，并试图搞清楚整个舞蹈究竟是由那几部分组成的。当然，像其他机器人一样，这只机器蜜蜂在跳一个很普通的摇摆舞的时候也显得有些笨拙。但它已经能够传递信息了，一些蜜蜂响应者利用获得的信息飞到了密切尔森在野外设立的目标。在另一天，密切尔森将蜜蜂送到相反的方向。这些蜜蜂在收到机器蜜蜂发出的信息之后，不顾风向的影响，准确地发现了新的目标。机器蜜蜂不能用气味进行通讯，因为它从没有离开过蜂巢。尽管它还有些笨拙，密切尔森说，“在我们进行的机器蜜蜂研究的过程中，舞蹈者从没有去过它指示的目标地域，而其他蜜蜂却可以找到这些地域。”经过数年的有关机器蜜蜂实验和大量蜜蜂个体的研究工作，除极少数人外，大多数科学家现在都已承认，正如冯·福瑞斯克说的那样：蜜蜂的舞蹈确实可以指示距离和方向。

但是蜜蜂是如何领悟舞蹈者的舞姿呢？蜂巢里非常黑暗，舞蹈者周围簇拥的工蜂是看不见的。密切尔森的研究表明蜜

蜂好像不是通过它们的脚来感受那激烈的舞蹈的。他怀疑蜜蜂可以感觉到侦察蜂摇摆腹部和抖动翅膀引起的气流变化。机器蜜蜂也可以抖动翅膀和腹部来模仿自然气流的运动。通过修改机器蜜蜂的舞蹈，密切尔森认为舞蹈中摇摆的部分是传递方向信息的关键。常见的半圆飞行，即蜜蜂飞回起点，也许是向周围的蜜蜂指明下次发生摇摆的位置。对机器蜜蜂来说，传递距离的信息是非常困难的。密切尔森认为他的机器蜂缺乏传递距离线索的精巧性，而且有可能传递错误信息。他目前从事的研究工作，包括调查舞蹈蜂是如何利用产生的气流来传递信息的。



一只蜜蜂进入蜂巢

其他研究者发现，只有一小部分离舞蹈蜂很近的蜜蜂得到了信息，远处的工蜂必须等飞回到足够近的距离才能看到舞蹈。这进一步的研究成果，证实了密切尔森有关蜜蜂是用它们的触角来“听”舞蹈蜂周围空气震动的这一假设。如果蜜蜂的触角不完整或功能丧失，它就不能翻译出舞蹈蜂传递的有关距离和方向的信息。

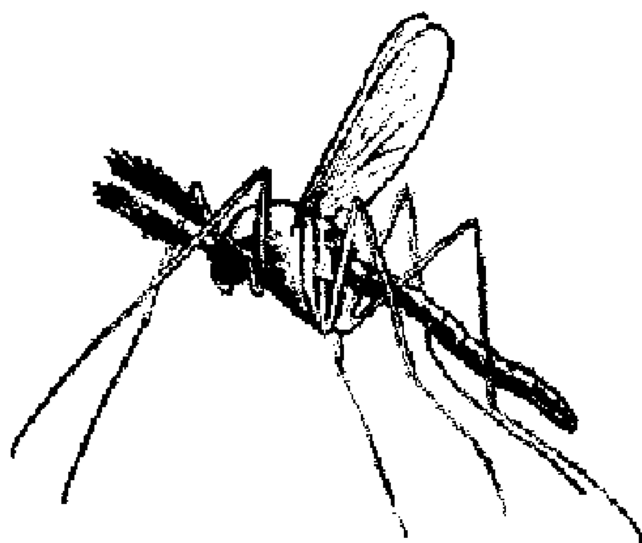
第三章 其他的昆虫

蚊虫

夏日的傍晚，人们在廊道里轻松地漫步，绿色的花草树木散发出沁人的清香，万籁有声，顺着门铰合的嘎吱声传来野外蟋蟀的悦耳鸣叫。渐渐地，你在模糊的搅扰声中变得清醒起来。开始，仅听得见音频区间中的高频哀鸣，离得越近声音变得越大。突然，这哀鸣声就像发自你的耳边，传来的声音让你感到刺耳，好像手指甲抠在黑板上发出的声音那样让人感到难受。对于雄蚊来说，雌蚊寻找一顿鲜血晚餐所发出的声音就像一首美妙的情歌。

雄蚊听见并遵从雌蚊迷人召唤，它径直朝发出声音的地方飞去。爱达荷大学的蚊虫行为学家马克·J·柯罗登(Marc J. Klowden)指出，"实际上，你甚至用一只具有一定音频的音叉就可以吸引雄蚊。"这声音是雌蚊拍打翅膀产生的，雌蚊是不能随意改变它的频率的，但它的音高随气温的升高而升高。雄蚊是用触角而不是用耳朵来感觉声音的，其触角在特定频率上与雌蚊发出的声音产生共振。柯罗登对此解释道："雄蚊的触角就像长在一个非常小的控制杆上的小树，树杈感受震动并引起其下面控制杆的运动。控制杆(亦称江氏器

(Johnston's organ))的运动由感觉接受器转变为神经刺激。"刺激信号传到了雄蚊的大脑，它的大脑将这种感觉再转译为声音。



雌蚊为其配偶而歌唱

对于雄蚊来说，幸运的是其触角的共振频率虽然也随温度升高而升高，但仍保持与同种雌蚊在同一音高上。由于雌蚊的信号和雄蚊的反应间存在着这种机械的联系，这种性通讯可以圆满地完成它的使命，即蚊子夫妇生出了比我们所能想像的要多得多的小蚊子。

蟋　　蟀

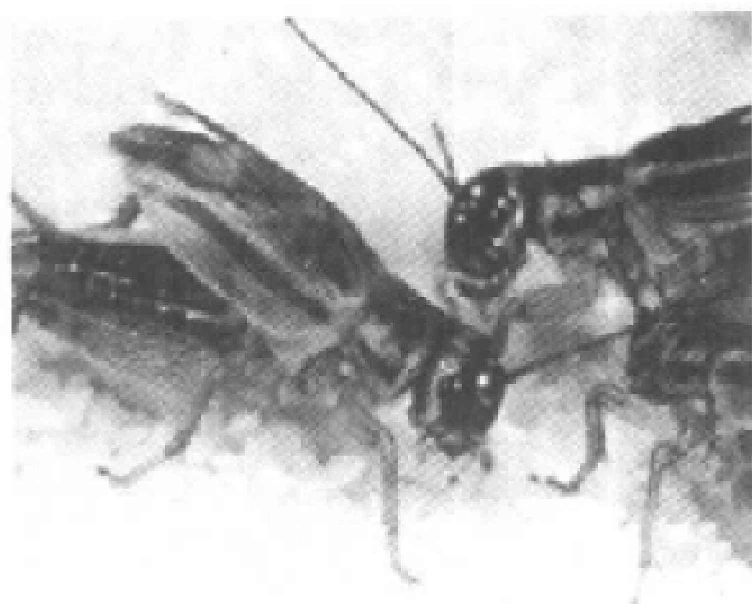
在世界各地，草地里的蟋蟀发出的鸣叫（即颤音）构成了优雅的交响乐，而这些曲子则是由一个全为雄性蟋蟀组成的交响乐队演奏的。每一只雄性蟋蟀都是通过刮擦它那边缘像



生活于石南属常青灌木丛的昆虫

小搓板似的前翅的基部，以此发出声音来显示它的存在和勇敢。每刮擦一下前翅就发出一声鸣叫，蟋蟀的歌声就是由一系列的鸣叫(即颤音)组成的。像许多雄性动物的通讯那样，颤音包含两种意思，一是叫雌虫到这里来，二是警告其他雄性竞争对手离得远一点。

到了野外，人的耳朵立刻充满了蟋蟀的鸣叫声，其实雄蟋蟀是轮流鸣叫的。如果有两只雄蟋蟀同时鸣叫，一只就会沉默下来并走开。另一方面，雌蟋蟀则寻找它认为拥有最强壮叫声的雄性作配偶，而其他雄性的叫声不作反应，它的如意郎君必须鸣唱同类蟋蟀的情歌才行。一位科学家发现，雌蟋蟀对雄性歌声的分辨是如此的准确，以至一只杂种的雌性只喜欢同样是杂种的雄性蟋蟀的歌声。科学家将两种蟋蟀进行杂交，我们将其分别称作 A 和 B，A 种和 B 种雌蟋蟀都只对同种雄蟋蟀的歌声作出反应。同样，杂种雌蟋蟀也只响应其杂种异性。通过录制蟋蟀的歌声并将其制成图谱，科学家们发现，父本为 A 母本为 B(即 A×B)与父本为 B 母本为 A(即 B×A)的两只雄蟋蟀的歌声之间只有细微的差别，而杂种雌蟋蟀却可以准确地加以区别。较之其他 3 种交配方式(即 A、B 和 B×A)产生的后代，A×B 杂交的雌性后代更喜欢 A×B 杂交的雄性后代的歌声。科学家对这种令人惊异的发现作出的解释是，蟋蟀的脑神经细胞具有一种模式发生器，对于雄蟋蟀，由遗传特性决定的发生器确定它们只能唱它们这一种而不是其他种的情歌；对于雌性来说，同样的模式发生器使得它们的头脑中对雄性的歌声有一种内在的定义，由此，它们便将所有听到的歌声都同这一定义进行比较。尽管遗传特性已经确定这首特定的情歌，雄蟋蟀仍可以自己决定何时、何地以及用多大的音量去



蟋蟀在唱歌

演唱它，而不像雌蚊子那样只是通过扑打翅膀来发出信号。

一只成功的雄蟋蟀吸引同种的雌性，然后通过交尾将它的基因传给下一代。在有关昆虫的《致命的吸引》一书中，雄蟋蟀可以不经意地吸引完全不同种的雌性。但是这只雌性并不是寻找交配对象，而只是想找个地方产卵。它是一只链蝇属的寄生蝇，一旦它发现了雄蟋蟀就产下一个卵，这只发育中的蛆钻进雄蟋蟀的体内生长，最终从里面把寄主吃掉。但是链蝇是怎么样使得雄蟋蟀认同自己这个和它唱完全不同的歌的昆虫的呢？链蝇是一种真正的蝇，和家蝇的大小差不多，有点像蚊子。像蚊子一样，它是通过空气分子的运动使其触角来回摇摆来感觉声音的。在某种意义上来说，雌链蝇具有和雌蟋蟀同样的目的，即搜寻雄蟋蟀的歌声并找到它。为了达到目的，它必须能听到比它的触角所能感受的最大距离要远得多的声音。

在超过1000年的进化过程中，链蝇属的蝇类同蟋蟀一样也进化产生了耳鼓。蟋蟀是通过其腿上的一个小耳鼓来听声音的。和其他蝇类不同的是，链蝇的身体也具有类似的构造。链蝇的进化对策使其具有一个比蟋蟀更灵敏的声音感觉器。科学家在测量一种链蝇耳鼓的神经细胞的数量时，发现它对雄蟋蟀叫声的灵敏度要比雌性蟋蟀高100倍。

在寄生蝇和雄蟋蟀共生的地方（如夏威夷），蟋蟀的进化是动物交配的欲望和有可能成为一只蝇蛆的美餐两者之间平衡的结果。寄生虫的存在使得夏威夷蟋蟀发展成为一种叫声短促的种类。其雄蟋蟀只在寄生蝇不太活动的夜间才唱歌。它们通过这种方法吸引雌性蟋蟀，但更重要的是避免吸引雌链蝇。在另外一个没有寄生蝇的岛上，同样种类的蟋蟀则进化为长时间的鸣叫，它们从黄昏一直叫到黎明。

螽斯和蝙蝠

蟋蟀并不是唯一不经心地将信号传给其他种类的昆虫。一位野生蟋蟀的近亲——深绿色、长腿的螽斯也面临着相似的挑战。雄螽斯在用尽全力发出对异性的呼唤的时候，它不会想到这有可能使其成为蝙蝠的一顿美餐。一段由很多音频组成的、不断重复的、断断续续的颤音，不管它是由何种动物发出的，都很容易被发现。当然，这正是雄螽斯鸣叫的目的。在蝙蝠成灾的巴拿马，螽斯就改变了它的音调。它们唱一种音调较高，频率较窄的歌，另外，它们还减少了唱歌的次数，这样蝙蝠要确定它们的位置就没有那么容易了。在一个具体实验中，把螽斯和饥饿的蝙蝠放在同一个笼子里，那些热衷于大声歌

唱的螽斯存活时间不到1分钟，而那些怕羞比较腼腆的个体则能坚持半个小时以上。

但是，如果雄螽斯为了生存都保持沉默，那它们怎么能吸引异性呢？一种轻轻地、频率不是很高的颤音即可以将雌螽斯吸引到附近，这只雌螽斯也许就在雄性所在的同一棵植物上。更安静的雄性，则通过狂热地跳一种无声舞蹈即摇曳它所在的叶片来吸引雌性。雌螽斯通过植物的摇摆察觉到雄性的舞蹈，并确定这迷人的歌声和疯狂的"劲舞"的来源。



一只工蚁接近比它体形大得多的蚁后

毛毛虫和蚂蚁

种间的信息交流不会威胁信息的发送者。某些蝴蝶的毛毛虫利用像螽斯那样的摇动来表明它们的存在。它们摩擦其交叉于外骨骼粗糙部分的专门器官，也叫振动乳突(vibratory papillae)，产生一种类似于用戴顶针的手指在洗衣板上摩擦所产生的声音信号。由于毛毛虫是蝴蝶的幼虫，它们并不需要交尾，所以它们发出振动信号吸引的对象并不是同类中的另

一只个体而是蚂蚁。这些信号是叫蚂蚁收集由它们后背的特殊腺体产生的糖类分泌物。毛毛虫还能产生一种气味提醒蚂蚁注意捕食者。作为对毛毛虫提供食物的回报,蚂蚁承担毛毛虫的保卫工作,它们在毛毛虫的周围爬来爬去,使其免受黄蜂和其他捕食者的威胁。有些种类的蚂蚁还把毛毛虫驮回巢中并给其喂食。在这种情况下,如果毛毛虫得不到蚂蚁的帮助,它将无法生存下去。

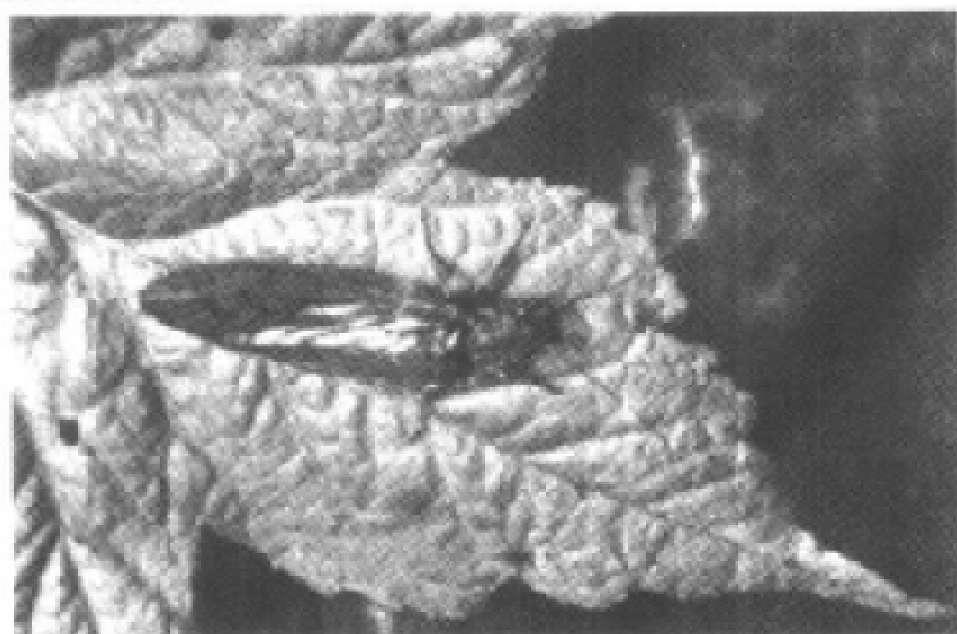
因为蚂蚁是通过振动来呼叫同类的,所以毛毛虫可能也是利用振动叫蚂蚁靠近它们的。蚂蚁也在必要时通过振动请求帮助。科学家对一种蚂蚁进行了研究,在一个坍塌的隧道中,受难者在地上跑来跑去以此吸引来自栖息地的营救者将其救出。其他种类的蚂蚁则利用振动通知同伴们食物来源的位置。毛毛虫的振动会引起蚂蚁的注意,使其发现毛毛虫分泌的营养物质。

当然,上面的例子并不是说不同种类动物间的通讯能力代表进化的转折。有两类和蚂蚁联系密切的蝴蝶毛毛虫是通过振动底质而不是利用振动乳突来呼叫它们的同伴,至今科学家并不知道它们是如何产生信号的。还有几类毛毛虫的情况则截然相反,它们不发出嗡嗡的信号,且既不产生糖类分泌物,也不和蚂蚁有任何联系。

石　蝇

如果说蠡斯可以代表昆虫世界参加迪斯科竞赛,那么石蝇则可在昆虫滚石乐队中担任鼓手。昆虫世界中有许多天生乐手,比如蚱蜢和甲壳虫的成员都是敲鼓的高手,就连蚂蚁和

其他一些昆虫也可以通过振动底质进行演奏，但是没有什么节肢动物可以和石蝇的那种有节奏的高级演奏技术相媲美。与蟋蟀和螽斯不同，雄石蝇积极地寻找它们的配偶。一个种类中的一只雄性率先发出一个模糊轻击的渐高音"巴嗒嗒哒哒哒铛"，雌性答复以相对安静的回音"巴嗒嗒嗒嗒铛"。另一种雄石蝇则敲起不同的鼓点："嗒沓沓沓沓"，其对应的雌性石蝇轻轻地应答"嗒－嗒－嗒－嗒－嗒"。一些种类只重复这种两段式应答方式。其他种类则为三段式，即雄性呼叫——雌性应答——雄性确认。有一些种类的应答方式甚至比这还要复杂。石蝇专家在研究了150种石蝇后，发现每种都有各自不同的应答方式。石蝇并不用鼓槌敲击而是用它的腹部轻击或摩擦地面，或仅仅摇动身体振动底质。一些种类还利用特殊的腹部附肢进行敲击。



石蝇

敲击的次数，击打的形式，也就是声音的尖锐程度、击鼓的间隔和声音节律的均匀度等，确定了石蝇歌声的特点。一些种类的节律为每秒钟2拍，而其他种类则可达到每秒20拍。正像蟋蟀一样，节律的提高可有助于从遗传学的角度上确定神经系统的布局。

一只由计算机模拟的“小鼓独奏曲”的节奏，只有在接近具体种类的节律时才会引起了雌石蝇的注意。如果与自然的节律差别太大，雌性将不予理睬。生活于阿拉斯加和科罗拉多的同一种石蝇，敲击的声音节律就存在着细微的不同。这两个种群中存在的“方言”区别使科学家认识到，它们正在分化为两个独立的种。

在实验室的测试中，雄石蝇和雌石蝇可以在隔着8米远的木杆上或是在同一棵大树的不同树枝间进行交谈。当实验者将两只石蝇分别置于不同的敲击材料上，如实验室的一只纸笼、野外的干树叶或干树皮，雌雄石蝇的通讯距离就只有大约2米了。在没有可以藉以敲击的坚硬的岩石表面，它们就完全无法联络了。

只有没有交配过的雌石蝇才会对雄性的敲击声有反应。一旦它们开始对话，它们就会一直持续下去直到雄石蝇找到新娘为止。它们的谈话越热烈，雄性就会越快地找到对方并且会越迅速地进行交配。在水平的实验场所，典型的雄性搜寻过程是这样进行的：雄石蝇无目的地随机行走，偶尔地叫一声直到听见“到这边来”的回应，接着两位就开始了交谈。它向左侧走一小段距离后又开始鸣叫。它注意到回音的方向后快速向右转，在瞄准了它认为是正确的方向后雄石蝇又开始鸣叫。没有经过几个回合，它最终找到了雌石蝇。没有人在野外研究过

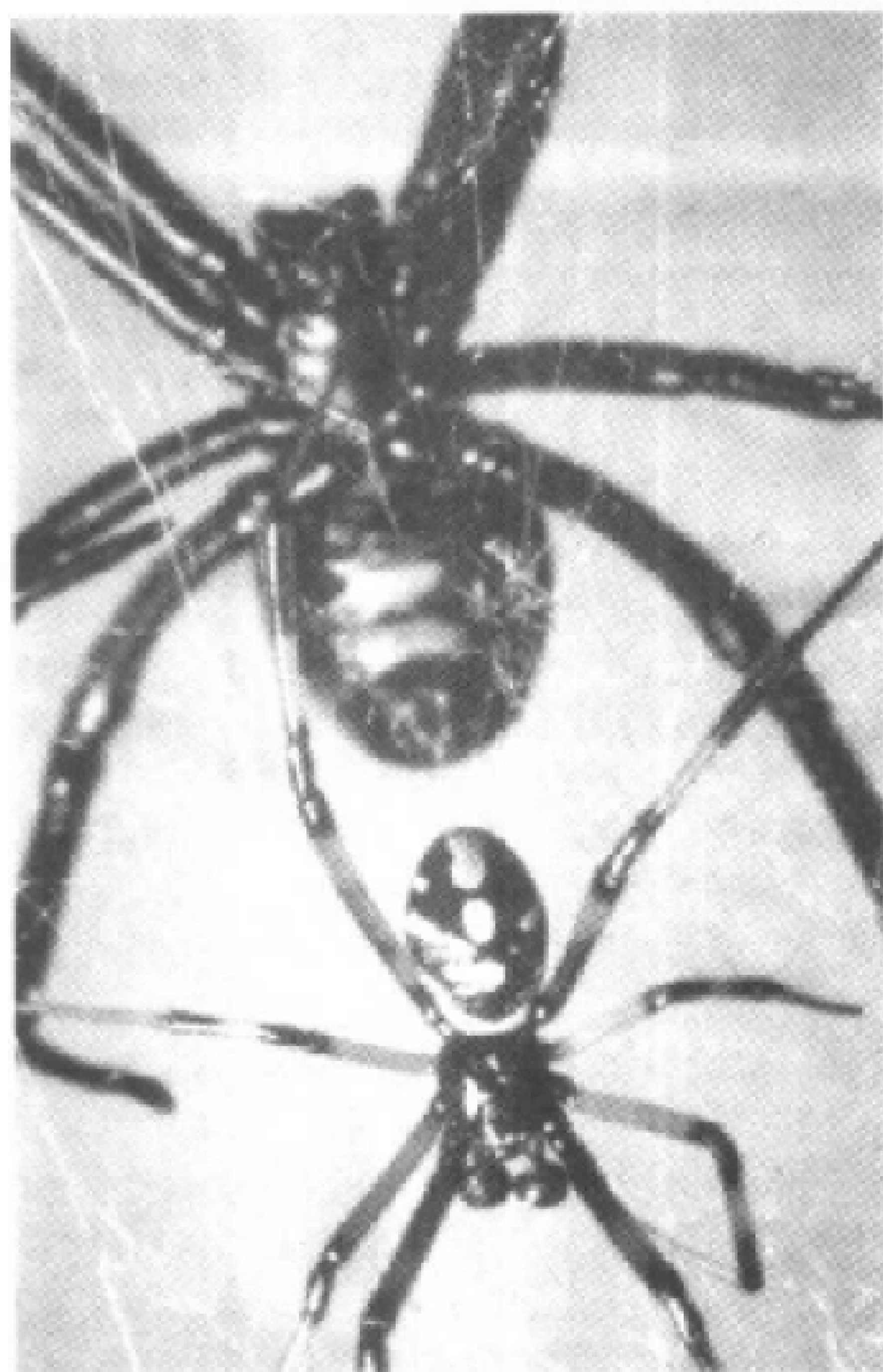
石蝇的寻找过程，在那里，典型的"场所"是由一棵茂密的大树的很多小树枝组成。科学家认为，雄石蝇也许会利用一些天生的三角学知识来确定雌性的位置，而雌性则通过对方找到自己所花的时间来估计雄石蝇是否适合作自己的配偶。为了便于寻找，在进行通讯时雌石蝇站在原地，过了一会儿，为了避免雄性走得太慢，雌性开始移动，因为这时蜘蛛有可能在偷听它们的对话。如果雄石蝇的搜寻成功了，它们会立刻进行交配。良好的通讯为它们在捕食者到来之前拥有一个更好的交配和产卵的机会。不管它们是利用何种方式进行通讯交流的，将基因传给下一代就是这场游戏的最终目的。

第四章 蜘 蛛

一种织网蜘蛛的雄性面临着一个进退两难的局面：雄蜘蛛如何能在雌蜘蛛的网上向对方证明自己是它的佳婿，而不是一顿美餐？很多种类的雄蜘蛛都是通过在雌蜘蛛的网丝上弹奏一首情歌而取得对方欢心的。首先，雄性必须宣布自己的存在，就像敲门一样。如果雌蜘蛛没有反应，雄蜘蛛将如此持续数天，有时它会一直等到雌蜘蛛蜕掉最后的皮并发育至性成熟。

当它最终得到邀请，即雌性作出一系列抽拉蛛网的动作后，它才小心翼翼地接近对方。织网蜘蛛的视力不太好，雄蜘蛛往往持续弹拨求婚的暗号。每种蜘蛛都有其特定的通知和接近对方的方法，因此雌蜘蛛熟悉来自同种雄性的振动信号。

一些被称作海盗的蜘蛛爬上其他不同种雌蜘蛛的网，它们通过振动身体和抽动腿将自己精确地假扮为一只准备前来交配的雄性。当这只被蒙蔽的雌蜘蛛走近时，入侵者就会出其不意地将它吃掉。在这里，通讯使信息接收者受骗上当，而信息的发送者则获得了一份美餐。能模仿很多种类蜘蛛的模仿蜘蛛，也能模仿一只陷于蜘蛛网中的昆虫的挣扎动作。尽管科学家将此称作“欺骗信号”，但海盗蜘蛛其实并非有意识地进行欺骗。尽管它们能根据受攻击的种类的不同来改变它们的战术，其实它们所能捕食的只是很少一部分种类。



一只小雄性"黑寡妇"蜘蛛从雌蜘蛛身边急急忙忙地退却

其他种类的蜘蛛，如墨西哥的棘皮桶蛛（*Cupiennius salei*）不织网，但仍通过震动感受周围环境。就像它的那些织网的亲戚一样，桶蛛坐等猎物的到来。它只是在夜里才从隐藏的香蕉叶中爬出来。它是怎样“看见”猎物的呢？蜘蛛腿的最后一节有点像一个减震器，它稍微有一些弯曲，用以感受其栖息的底质传来的震动，然后将信号传给大脑。一只运动着的昆虫无意中传出的明显震动，对蜘蛛来说就意味着“晚餐”时间到了。

在各种不和谐的震动中，如雨滴、大型动物，甚至汽车和人类运动所产生的震动，能感觉出哪种是意味着一顿“晚餐”的震动并不是容易的事。科学家认为蜘蛛依靠的是精确的震动频率。汽车震动树叶的频率较低，蟑螂则具有较高的频率。蜘蛛察觉食物的方法，同我们在汽车开过的轰隆隆的声音中区别出晚餐铃声的方法有些类似。



狼蛛

拥有如此精密的能感受震动频率的器官，使得蜘蛛能够找到它们的配偶。而桶蛛传递的震动信息已不仅仅是寻找配偶。如果雄蜘蛛嗅到雌蜘蛛的气味，它开始疯狂地跳起求爱舞，摇摆它的臀部，就像一只八条腿的“猫王”。它将震动——这是它的爱情诗，时断时续地传递到树叶上。一只雌蜘蛛在回应以短暂的摇动之前很有礼貌地将整首诗“听”完，这就仿佛是打开了放行的绿灯。如果这首诗是其他种类蜘蛛的作品，雌蜘蛛将保持缄默。在记录了将近半打各种和桶蛛

关系很近的蜘蛛的震动爱情诗之后，科学家查明了各种类间声波脉冲和停歇长度的区别。当向雌性蜘蛛回放这些震动时，人们发现它们只对同种的震动信息产生反应。

跳蛛和狼蛛不是靠织网捕食，而是利用它们极好的视力来捕获猎物。雄蜘蛛利用震动进行求爱交谈，而一些种类则以挥动前肢作为一种性信号。研究跳蛛的科学家们想知道如果雌蜘蛛看到雄性求爱的录像会有什么反应 。很多动物，例如鸽子和蜜蜂，在看我们每秒 60 帧的电视时，它们的感觉就像看模糊的幻灯投影而不是在看流畅的电视节目。但狼蛛则不然，它不仅能在很小的电视屏幕上看到清晰的画面，而且会信以为真。辛辛那提大学的行为生态学家乔治·W·乌兹(George W. Uetz)和他的同事大卫·L·克拉克(David L. Clark)，向跳蛛播放其候选配偶的录像，蜘蛛回之以性信号，挥动它们的腿并旋转其身体。

最近，乌兹研究了两种狼蛛：一种叫罗氏裂蛛(*Schizocosa rovneri*)，它只用震动来传达求爱信息，这种蜘蛛的雌性对挥动前腿没有反应；另外一种叫鞘裂蛛(*Schizocosa ocreata*)，它同时利用震动和性信号两种手段。尽管这两种蜘蛛生活在同样的森林里，但它们的栖息地的小环境是不同的。利用性信号的蜘蛛生活在稀疏树叶的枯枝层，环境阻碍了它们的震动信号，但是树叶不影响光线，挥动腿可以明显地让鞘裂蛛将信息传递到很远的地方。为了加强这种性标志能力，这些种类挥动着小旗，即前腿上的簇毛，使得它们看起来更加醒目。

“我们想知道鞘裂蛛的这种看得见的求婚方式和前腿上的簇毛，是否已经进化成为增加它们性信号检出率的一种方法”，乌兹说。他和一个学生将雄蜘蛛腿上的毛刮掉，想看看是

否雌性仍有反应。雄蜘蛛刮过毛之后，雌性只能看见它，而不能发现它发的信号，所以雄性赢得交配权的成功率大为降低。乌兹担心只给一只雄蜘蛛刮毛也许会改变它的行为方式。



乔治·乌兹(左)和同事威尔·麦克
科林托克与数字化蜘蛛

利用录像发送蜘蛛的信号使得乌兹和他的学生能够进行一种新的尝试。借助好莱坞电影的高技术，乌兹利用数字化技术剃去一只活蜘蛛腿上的毛，然后将录像播放给同一种的雌性蜘蛛，可雌性没有反应，由此可以认为雌蜘蛛更注重性标志传递的信息。

乌兹进行了另一次实验。他为罗氏裂蛛录像，这种蜘蛛求爱时没有挥动前腿的性标志，然后将录像放给同种的雌性。正如预料的那样，雌蜘蛛对此没有反应。乌兹又在蜘蛛的前腿上添加数字化簇毛并将录像播放给雌蜘蛛，这次雌性作出了回应。乌兹猜测有性标志能力的鞘裂蛛是由较原始的罗氏裂蛛分化来的，它具有的性标志通讯能力是用来补偿其生活的疏

松树叶枯枝生境对通讯带来的不便。“利用录像的方法，我们可以验证如果一个物种增加其从没有过的特征将对进化会有什么影响……这种看得见的求爱方式利用了雌蜘蛛的感觉偏好（利用视觉寻找猎物的机制），可以让雄性证明自己的身份；而腿上的簇毛则使得所发出的信息更容易被对方发现”，乌兹总结道。

令异性心醉神迷的芳香

对雌性波蜘蛛（*Sierra dome*）来说，在它蜕掉最后一层皮之前，蜘蛛网既是它躲避捕食者的保护伞又是获取一顿美餐的有力工具。在它最后一次脱皮之后，它的性能力就发育成熟了，它的网则变成了一张用于幽会的床。

如果雌性波蜘蛛的生活在一个密度很高的群体中，它就不需要主动去吸引配偶。许多雄蜘蛛将会光顾它的网，并通过接触它的身体来试探它的情绪。大多数情况下，它会把前来试探的雄性推开。但在它脱皮之前，雌蜘蛛则通过停止拒绝异性的形式来传播它即将成熟的信息。一只专横的雄蜘蛛在接到这一信息后就会开始守候在雌性身边，它会花几天的时间赶走竞争对手。这只在雌性最后完成脱皮时仍坚守在阵地上的雄蜘蛛将与对方交配，使雌蜘蛛产下的卵大部分得以受精。激烈的争斗使得雄蜘蛛的胃口大开，它吃掉了雌蜘蛛网上的大部分猎获物。作为一只雌蜘蛛的情人也是非常幸运的，因为雌蜘蛛在脱皮之前是不吃东西的。

如果雄蜘蛛的数量很少，雌性波蜘蛛将把它的网变成一条有香味的手绢，并在空中舞动。在用香味吸引异性时，没有

交配过的雌性可以把味道传到很远且范围很大的地区。这对于那些希望能引来大量雄性的雌蜘蛛来说再好也没有了。响应了异性呼唤的雄蜘蛛的情况又是怎样的呢？它的兴趣主要在于作雌蜘蛛唯一的配偶并避免冲突。一群求婚者都无法与其抗衡。波蜘蛛的交配是一个复杂的过程，它可以持续7小时。光打开它复杂的性器官就需整整1分钟。其他被雌性有香味的网吸引来的不速之客将会给正在交配的雄蜘蛛带来无尽的烦恼，所以雄蜘蛛会利用将蛛网卷成一个硬球的方法来阻断雌性性信号的传出。

为了搞清楚引起雄性的卷网行为的雌性信息素到底是来自网上还是来自雌蜘蛛本身，康耐尔大学的蜘蛛学家鲍·J·华特生(Paul J. Watson)得到了84个未交配过的雌蜘蛛网的萃取物。他将这种爱情药剂洒在未曾有过异性的网上并引入一只雄蜘蛛。1分钟之内，雄蜘蛛就在喷洒过药的地方卷起网来。很明显，波蜘蛛不仅发送和接受复杂的信息，而且追求雌性的雄蜘蛛还会干扰雌蜘蛛发出的信号。

耐心的考验



甚至是最谨慎老练的雄性秋蜘蛛也不能去安慰它饥饿的异性同类。它会看守在那里几小时乃至几天，直到它看见雌蜘蛛捕杀猎物。这说明对方非常渴望交尾，这时雄蜘蛛才敢爬进蛛网里，并向雌蜘蛛证明它的身份。

第五章 鱼 类

无论超人的视力被虚构得多么敏锐，我们人类在绝大多数情况下对其周围事物的感觉能力还是有限的。我们不可能目不转睛地盯着眼前的东西，因为只要轻轻地碰一下视网膜，我们的眼睛就会马上闭起来，并且还会同时发出叫声。我们的耳朵与眼睛是功能很不相同的感觉器官，耳朵对处于静止状态的事物的反应是迟钝的，因为这时气压变化引起的鼓膜震动是极其微小的。但是，当我们谈话时，谈话双方都能听到对方发出的声音信号，并且我们能听见自己说话声音的大小，同时运用反馈调节功能调节自己说话的音量和音调。大声喊叫时我们不仅可听到彼此音量的变化，而且还能感觉到周围环境产生的共鸣。动物界运用听觉或视觉感官是很不一样的，某些鱼类是靠生物电来传递和感觉信息的。

美国加利福尼亚大学实验生理学家布赖恩·拉斯鲁(Brian Rasnow)博士指出："正如我们的眼睛是进化得极其微妙的最理想的光感受器一样，耳朵是最理想的声音感受器，舌头上的味蕾是最理想的化学感受器。而这些鱼类由于它们主要靠电场感应功能来察觉外界环境的信息变化，因而它们的视觉和听觉功能都已退化。"

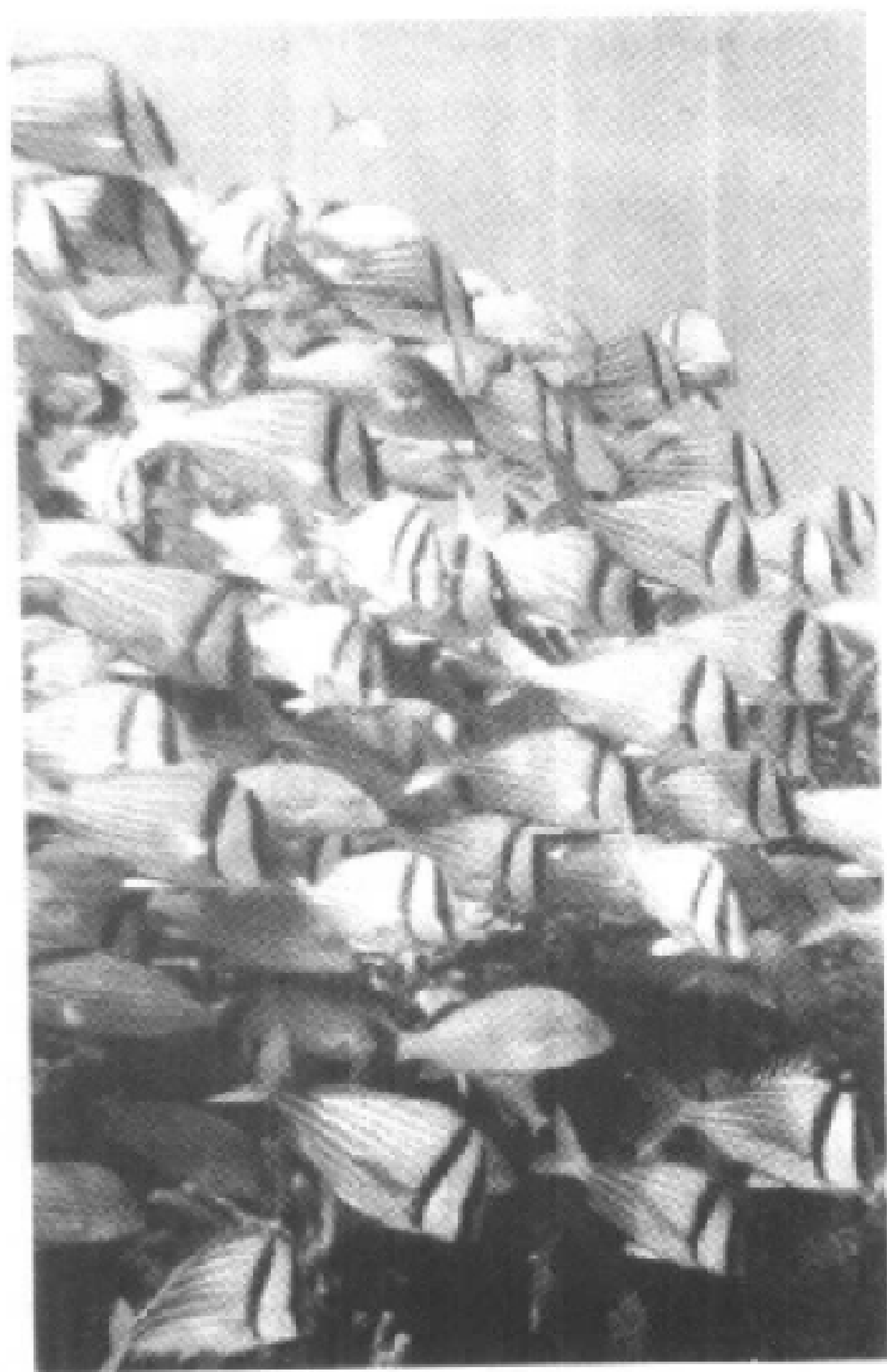
据拉斯鲁观测，鱼类能够察觉很宽范围的电流变化。有些

鱼类，像鲨鱼，它就能靠它的这种感觉功能“发现”其捕食对象。有些鲨鱼能够察觉每厘米5纳伏(5nV/cm)这样微弱的电场变化。这就是说，鲨鱼能够察觉3万多千米以外的1.5伏的电流变化。

但是有些鱼类由于它们能够产生电，因此它们具有更强的电感应能力。众所周知，电鳗的放电现象是在我们人类了解它们所放电的性质以前就已经知道的事。有些与电鳗有一定亲缘关系的更小更珍贵的种类也能产生电场，尽管所产生的电场较弱。它们能够感觉由于它们周围环境中其他电鱼的电场及所有生物和非生物电场的干扰所产生的微小变化。拉斯鲁推断，这种感觉和通讯系统可能在很大程度上不同于视觉和听觉功能。

弱小的电鱼生活在浑浊的河水中，只有夜间才出来活动。在黑暗的环境中，弱小的电鱼像许多其他动物靠视觉或听觉感知外界一样，它们靠电感应器“发现”它们要去的地方，寻找食物，并与其他同类相互联络。它们还能依靠电感应器分辨出其同类的带电排泄物，确定排泄者的个体大小、性别和性成熟与否，甚至通过排泄物可以判别同类中任一个体的身份。因为每一条电鱼在其电场中都有许多可以表明其身份的、与其他个体不同的信息传播出来，并且具有相对固定的信息特征。不过，电鱼的这种感觉功能也是有一定限度的。

若要鉴别电鱼感觉范围的大小，拉斯鲁建议你遮住门窗或者切断照明灯的电源，使房间充满黑暗，并让检测电场的电功率在两倍远的距离迅速减弱，降到原来的1/8——这样就可测得试验电鱼的电感觉范围：大约为其体长的一半。这就像你当时只能看到比自己手臂稍远一点的地方，而不能看



纵纹猪肉鱼的群游姿态


闪光鱼身上的发光器官在眼睛的正下方

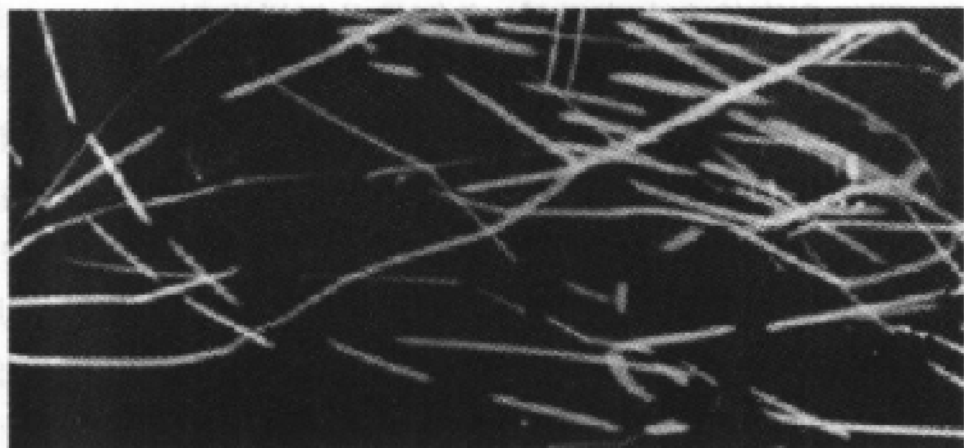
得更远一样。

虽然电鱼通讯系统的通讯距离是如此之短，但对群居的电鱼来说还是很有用的。对于某些种类，群居的群体中已形成优势等级制度。占有最高统治地位的雄性个体，能发出最高频率的信号，以支配其他地位等级低下的个体；占优势地位的雌性个体，则在群体中占有相对较高的稳定的地位。例如，有一种鱼，其雄性个体发出的信号大约为60Hz（这相当于美国普通家用电流引起落地立体声系统发出的那种听起来令人很不舒服的嗡嗡响声音的频率），其雌鱼发出的信号频率为120Hz，性未成熟的雌雄个体的信号频率在这两个频率之间。

尽管许多在社群中占优势地位的动物并不一定能在每个方面都占有优势，但电鱼能够通过改变它们的频率而在群体中占据优势地位。如果一条成年的雄性电鱼决定向优势者挑战，那么它会开始和占优势的雄鱼进行频率比赛。优势雄鱼对这种进攻的反应也许会突然短暂地增大频率而发出吱吱叫的强烈电信号——这时其外表表现得相当温和。一旦投入战斗，两条雄鱼可能会颌咬颌地扭打一夜。最后，其中一条雄鱼获胜，赢得对雌鱼的独占权。战败了的一条雄鱼突然用带电的排泄物发出信号，表示屈服、停止战斗。在实验室，科学家们能够制作挑战的电鱼模型，从头到尾都用电控制，给模型施加电压，用模型对电鱼的优势雄鱼进行挑逗。当电极接通电流时，

模型即向目标进攻。

有一种鱼，雌鱼守卫产卵领地，在群体中占优势的雄鱼将只同占优势的雌鱼进行交配，因为占优势地位的雌鱼占有最好的产卵领地。求爱都在夜晚进行，当雄鱼向雌鱼发出每分钟60～80次的电信号时，雌鱼在水生植物丛中上下游动。雄鱼用这种求偶夸耀行为刺激雌鱼产卵，于是雌鱼发出温和的吱吱叫声，显然，这是召唤雄鱼使它的卵受精的信号。



闪光鱼游动时发光器官留下的踪迹

有些雌鱼试图偷偷进入优势雌鱼的领地产卵，这些充当“第三者”的雌鱼也发出温和的叫声。如果占优势地位的一对配偶将入侵的“第三者”赶跑，那么这些入侵者就只能到别的地方去产卵，这样，它们产的卵就因得不到受精机会而保持未受精状态。因为未交配的雌鱼受到雄鱼求爱信号的刺激而出现产卵欲望，所以即使产卵时没有雄鱼在场，它们也会产卵。在实验室进行放音试验，科学家们能够重复获得这样的结果，即模拟雄鱼的求爱信号，可以使孤独的雌鱼在水族箱中产卵。

生活在水族箱底层的电鱼可表现出不同的交配行为。一

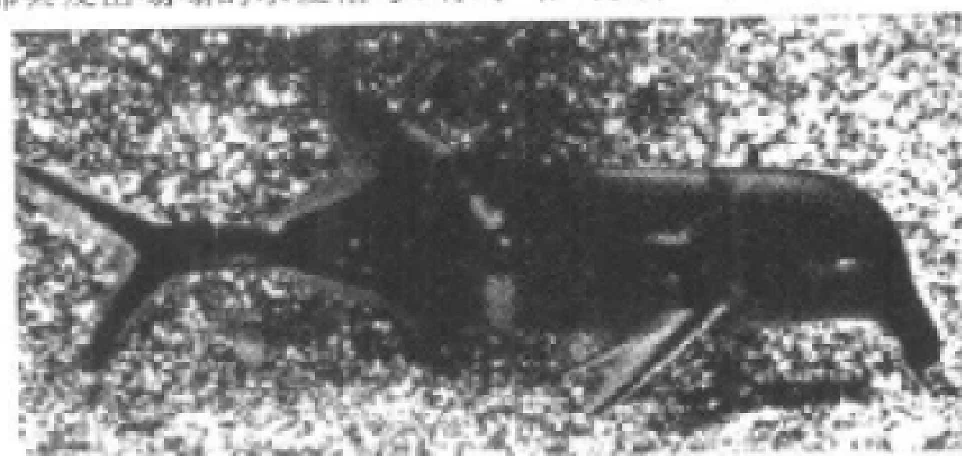
条雄鱼可以对任何一条雌鱼的叫声作出反应，分别与它们进行交配。与大多数鱼类相比，使电鱼卵成功地受精是相当困难的。因为这种雌鱼每次只产一个卵，并且雄鱼排精必须与雌鱼产卵同步，否则雌鱼产的卵会在很短的时间内沉入河（或水族箱）底而不能受精。雄鱼发出信号，雌鱼吱吱叫，正好是接近产卵、受精的时刻。

也许你对电鱼依赖电场在浑浊的河水中游泳会提出一个问题：即使有别的电鱼在游泳，它们又是怎样发现对方的频率并能与之呼应的呢？拉斯鲁说："这就像无线电对话机一样，当双方的接收系统都开着的时候，只要转换到相应的频率就能接收到对方的信号。"科学家们研究电鱼时把这叫做干扰回避反应（*Jamming Avoidance Response*，*JAR*）。两条电鱼通过改变频率，即每一条电鱼都轻微地调整它的频率，从其他频率调到可以接收彼此信息的频率。其反应机能如同条件反射，就像在轻叩膝盖时你的腿会出现反射性痉挛反应一样。科学家们已有理由推测，电鱼的频率很可能有时是一致的。

鱼类也能用声音通讯。有一种鱼，在本世纪 80 年代曾在美国加利福尼亚的苏萨利托引起一场特别的轰动。一次成功的反污染运动使污染严重的栗色海水得到澄清，并使商船得以重新通航而受到上流社会的欢迎。可是不久生活在沿岸的居民就被来自水中的嗡嗡声吵得不能入睡。有一些人责备清污设备的动力系统噪音太大，而另一些人则认为是由于清除污物的泵吸作业在夜间隐蔽地进行引起的，而事实上，主要的原因却是源自变清洁的海水。

清除水质污染，为当地一种粘性很大且看起来有些稀奇古怪的蟾鱼提供了理想的生活环境。这种鱼是锯鲉、水师鱼的

亲戚。良好的环境可以使蟾鱼嗡嗡的求爱信号顺利地传递给对方，有效地发挥引诱配偶的作用。性成熟的雄鱼在繁殖季节都会发出嗡嗡的求爱信号，有时叫声持续一个小时之久。



一条象鼻鱼

蟾鱼还可发出其他两种声音。一种是哼哼声，即警告声，这显然是威胁竞争的雄鱼赶快滚开，否则就吃掉你。此声音短促，每次仅持续1/5秒。另一种声音即所谓的船笛声，此声音每次持续差不多1秒钟。它可能和嗡嗡声一样，是用来引诱雌鱼的，或许用以识别某一个体。与蟾鱼亲缘关系较远的二色仙女鱼，其雌鱼能区别各个雄鱼吱吱叫的声音，而雄鱼能分得出其他雄鱼发出的吱吱叫声的远近。鱼类声音的作用主要在于吸引配偶，但同时对鱼群个体间的协调和它们在水下洄游也很有用。科学家们已观察到一些鱼类对1千米远处的声音信号有反应。

鱼类发声有多种途径，通常是用发音器官发出声音，但其发音器官与其他脊椎动物的歌唱器官相比，其进化程度较小。蟾鱼哼哼声的产生来自磨牙，传出的声音已被充满空气

的鱼鳔扩大了。因为磨牙能使附着在或靠近鱼鳔的特定的肌肉引起鱼鳔像鼓面一样的震动。

美国康奈尔大学神经生物学家安德鲁·H·巴斯(Andrew H. Bass)曾经研究了水师鱼声音的产生过程。水师鱼亦称嗡嗡鱼,它的心形鳔囊的壁上附着着一种特殊的能使鳔发出鼓声的肌肉装置。像巴斯预料的那样,雌鱼——不能发出嗡嗡声——鱼鳔和能使鳔发出声的肌肉都比雄鱼的更小。但出其意料之外的是,巴斯发现有一些雄鱼的鳔囊变态成雌鱼型大小,而且那种能使鳔发出声的肌肉也变得很弱小;这些雄鱼身体的大小和形态也跟雌鱼相像。巴斯研究发现,这样的雄鱼在群体中所占的比例还不到1%,它们有的不发声或许也不筑巢。这些雄鱼与雌鱼的相似之处还有它们的骨骼和脑的细胞结构。然而,它们与雌鱼配偶和传递信息却是相当成功的。

在许多鱼群中曾发现这些小的水师鱼惯用一种或几种颇具策略的生存与繁衍方式,在其他动物中也有类似的情况。它们是所谓的侍从或小偷。这种雄鱼大多数通常遵循一个固定程序:吃食和长大——增加诱惑力——为场地竞争——筑巢和守巢——发出哼哼声。它们采取这种生活方式使自己处于为数条雌鱼服务的地位,能得到雌鱼为其产满满一巢卵而得以繁衍后代的报答。可是少数充当小偷的雄鱼悄悄溜到别人领地的周围,当正忙于守护和炫耀的雄鱼游开时,它趁机钻入别人的巢中偷偷给鱼卵排精(或偷偷诱骗别人的配偶产卵)。虽然在一个巢中它们的精液不能使许多鱼卵受精,但它们能在几个鱼巢中得手。另外一种显示出阴谋诡计的办法是,有些小雄鱼将其精液释放到别人的巢附近的水中,并用它的



一条性成熟的雄性水师鱼在它的巢中



这是一条带电微弱的褐色鬼刀鱼

鳍向别人巢中扇动，使鱼卵吸收含有它的精液的水而受精。

鱼类听或者感觉声音有两种途径。有些鱼类具有连接内耳和鳔的小骨，共同构成一个独特的大耳。鱼类虽然没有外耳，但它们通过一个功能类似于其他脊椎动物听觉系统的大的内耳，同样能听到或者感觉到声音。

鱼类还用在许多方面与我们人类的内耳很相似的侧线系统感觉水的震动。我们人类的内耳是呈螺旋状的，而鱼的侧线系统是在身体两侧从头至尾延伸成一条线。鱼类侧线管的延伸长度因种类而异，有时在鱼头部附近分叉。侧线管通过皮肤和鱼鳞上的微孔来接通与水的联系，从而感觉水的震动。流动的水填满侧线管，这恰如我们在水中游泳时水塞满我们的耳蜗。当有压力的水波冲击鱼体时，鱼随流水轻轻摇晃，让侧线管口外的微毛弯曲，以使一串液体射入侧线管。微毛受外界刺激引起神经冲动，神经冲动传到大脑，大脑对信号作出判断并指挥行动。虽然鱼类不能通过单一的鳔来确定声音发出的位置，但它们能够依靠侧线系统探出发声的地点和范围。

第六章 蛙 类

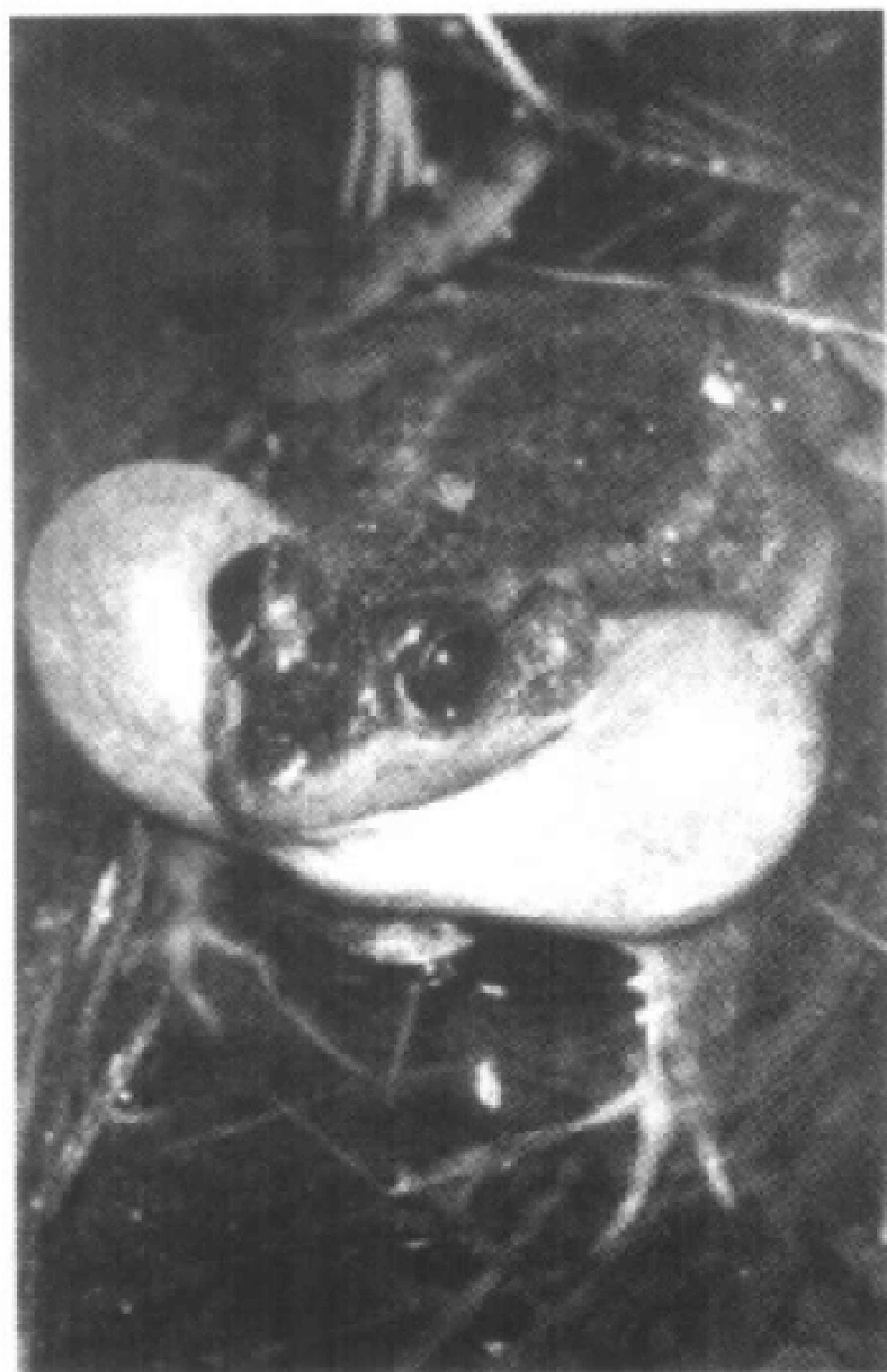
当夜幕降临池塘的时候，蛙类又开始了新的一场夏夜大合唱。第一只蛙开始呱呱叫时显得有一点儿踌躇，不一会儿另一些蛙就接着叫起来，接着几十只雄蛙开始鸣叫，池塘便响起一片此起彼伏的蛙鸣声。每一只雄蛙给它的同类发出的信号像父亲的命令一样具有权威性和有效性，所以蛙群中只要有一个“领唱者”就会引起整个池塘的蛙类“求爱大合唱”。同一种蛙的两个群体可能由于一条穿过沼泽地的公路而形成地理隔离，例如，它们的叫声可能逐步显现出音调的轻微差异。在大多数种类中，虽然只有雄蛙才发出叫声，但雌性的产婆蟾在它交配时也能发出叫声。一个突然的外来声音的出现，可使蛙群中的一只以至全体即刻安静下来。但过不了多久，只要有一只蛙又发出叫声，另一些蛙就会一个接一个地跟着叫起来。

满池蛙声能达到震耳欲聋的喧闹程度，因为蛙所发出的声音远远超出了它微小身体的比例。蛙口两边的气囊具有两种不同寻常的功能。第一，当气囊充气张开的时候，它起共鸣器的作用，就好像小提琴的膨大的中空共鸣体。第二，迫使空气由肺进入气囊，然后空气又返回到肺中，这使得蛙能够连续地呱呱叫，也能使蛙在水下停留很长时间。在临时性水池中，属繁殖的蛙叫声最响亮。当池中的水能满足它们繁殖需要的

时候，雄蛙迅速召集雌蛙进行交配。蛙不像有些动物具有护卵或护幼行为，它们只将卵产在水中，以后卵的孵化和幼体发育只得听其自然。因而在临时性水池干涸之前，蝌蚪必须完成变态发育长出腿来。

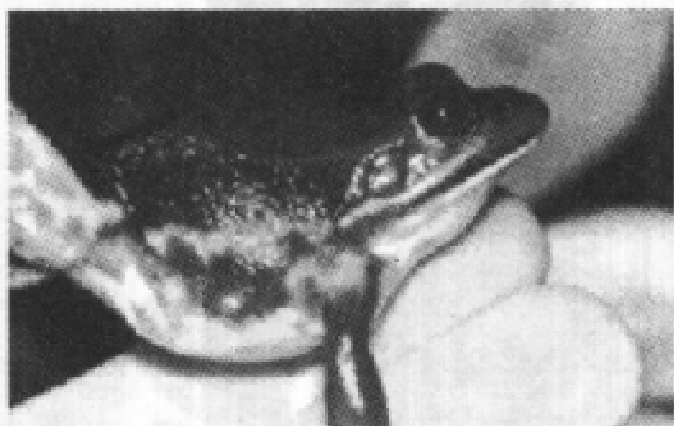
热带蛙类不太和谐的歌唱在每年夏季都要重演。尤其是在热带雨林地区，由于这里是地球上最繁盛最复杂的生态系统，因此其沼泽地有许多种蛙的种群。因为雄蛙没有其他什么办法能吸引并尝试与一些种类的雌蛙交配，所以采取了喧闹的方式，以此来缩短其信号的传递过程。

生活在美国南部的眼斑细趾蟾，其雄性个体叫声的频率大约为250～500Hz(大致是一个高八度音，即从中央C的频率到比它高一个音节的C的频率)。尽管它的体积远不如邻近的其他种类的个体大，但其叫声却比其他种类大，它的呱呱叫声能达到40分贝以上。这就像人说话的音调与工厂噪声的显著不同。无论如何，眼斑细趾蟾在进化方面已面临着这样一个潜在的问题——在水下呱呱叫。因为声音在水下能得到很好的传播，但不能穿过水体传到水上空间。正因为如此，眼斑细趾蟾没有回避对声音的竞争而改变它对高八度音的选择。在一个种类繁多的环境中，整个区域被分割成一个个的小块，每个种都占有它的一块领地，而且每个种所占有的领地同它们所具有的某些特性是相称的。能在水下歌唱，标志着它们区别声波的方法已很高明。大多数蛙类是通过不同的叫声的音调变化或不同的鸣叫形式，来区别各种不同种类的叫声的。它们甚至能在辨认出其同类雄性的叫声的同时，还能从叫声确定雄蛙所处的地点。这就给我们提出了下文要提到的一个令人困惑的问题。



这种蛙有一个能足足充满气的大气囊，这使得
它发出的叫声比身体的比例大得多

人类和其他哺乳动物能够确定声音方位，因为其大脑能察觉声音的大小和到达两个耳的时间的不同。就这个系统而言，到达两耳的声音的波长必须比两耳之间的头间距短得多。因为到达两耳的声音的波长越长，越难辨别声音来自哪个地方。当某一声音的波长达到极点时，在声波到达离得相对较远的一只耳中之前，离得较近的一只耳朵可能只能感觉到极小的撞击。在一段相当长的时间之后，下一个波长达到极点的声波才能传到两只耳朵之中。这是由于某些立体声系统只含有一个单一的低频低音发声器，收听者在房间的任何位置都能听清这种低音调。与之对比，高频扬声器和中程扬声器必须分开并适当地安放，以使房间里的立体声系统能给人一个有一支管弦乐队在演奏的错觉。



一只木工蛙

人类两耳只能听到频率为 2 万 Hz 的声音，而听钢琴声频的最高记录只是比 4000Hz 略高一点儿。但许多哺乳动物却能听到频率为 6 万 Hz 这样的高音，这是相当了不起的。这些声波的波长甚至比极少数哺乳动物两耳之间的头间距要短得多。蛙类的高频听力不如哺乳类灵敏，它们能听到的声频极

限不到1万Hz，这是由于它们两耳鼓之间的间距太短，其听觉受到高度限制。那么，雌蛙又是怎样找到其雄性配偶的呢？科学家们研究了波多黎各的柯氏蛙——柯氏卵齿蟾，感谢他们所做的先期引导。

雌蛙寻找雄蛙的方法是，它们能通过耳中的二次听音来进行声音定位。因为蛙类头部解剖结构表明，声音能从一只耳的中耳逆向传到耳咽管，穿过蛙的口腔，再向上传，经另一只耳的耳咽管并进入中耳。这样，雄蛙的声音就可以总是先进入雌蛙靠近雄蛙的那只耳中。第一次，当雄蛙的叫声从远处传来时，其声波撞击离雌蛙较近的那只耳的鼓膜；另一次是，鼓膜将声音再通过口腔和耳咽管略晚一些时间传到离得较远的那只耳中。这两个声音可以随着声响并通过中间停顿先后到达两耳，这就给雌蛙的大脑一个确定雄蛙的叫声来自什么地方

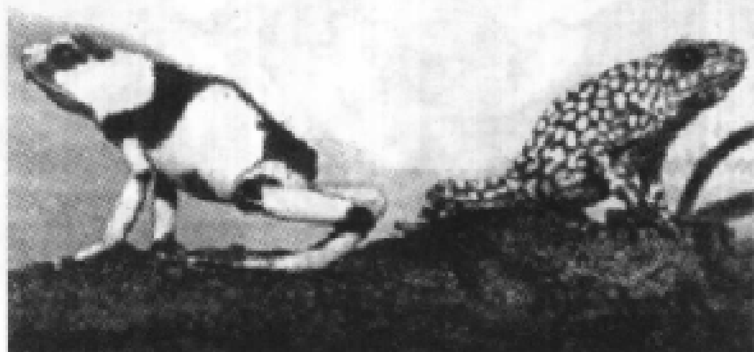


雌雄抱合的美洲蟾，这是典型的雌蟾
接受雄蟾拥抱的交配行为

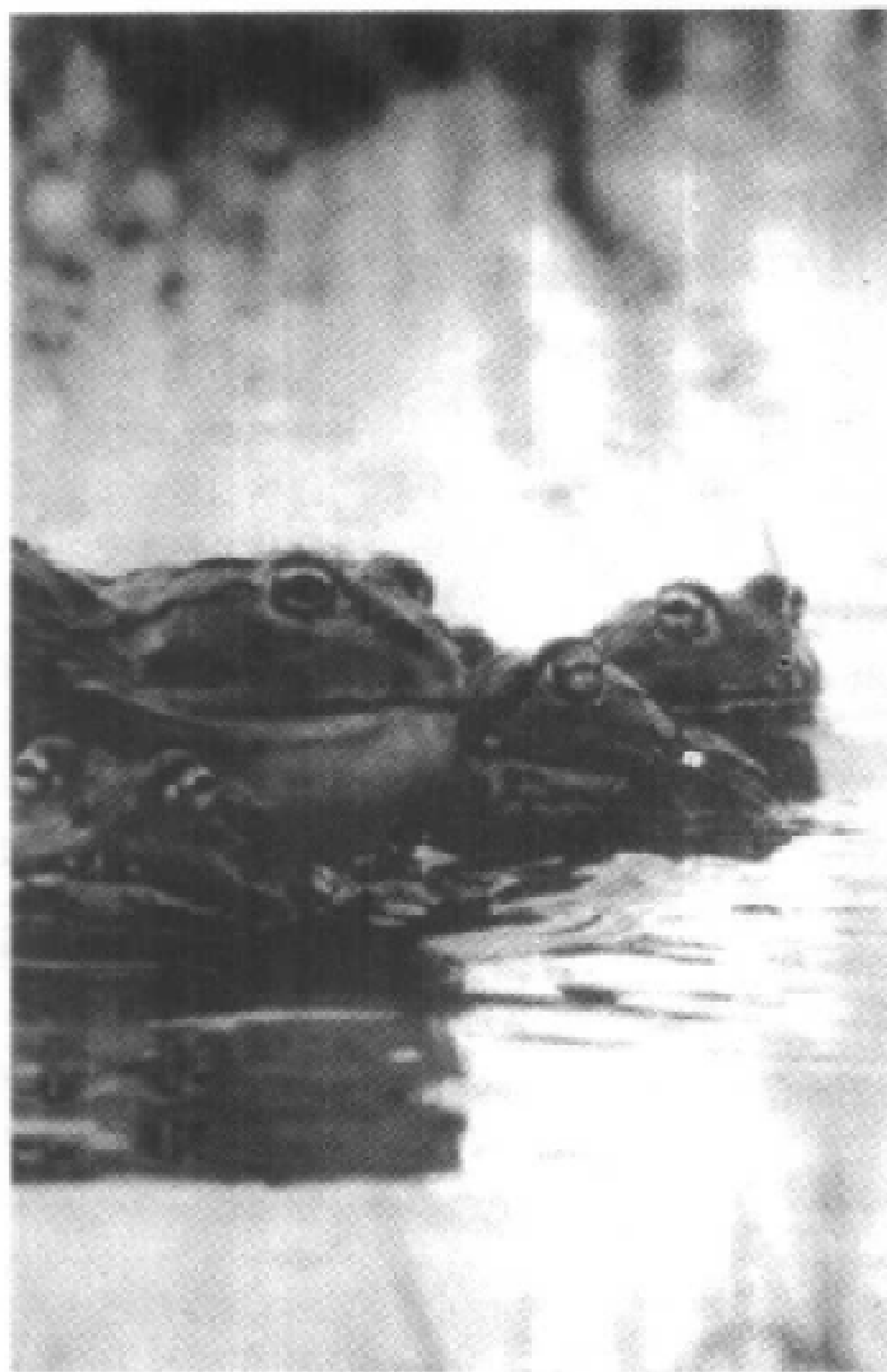
的暗示。这种声音定位对哺乳动物是不起作用的，因为哺乳类动物的口和耳的解剖结构不同于蛙类。

通过用激光技术对蛙体进行映射震动图像显示，科学家们已发现在某些种类的肺上有一种特殊的斑点，它能随鼓膜一起震动。研究者们指出，蛙的肺泡壁的震动就像一个大鼓膜，它也能为声音提供另一条途径：肺—口腔—耳咽管—中耳—鼓膜。这种机制可使雌蛙更加准确地找到它的雄性配偶。

一只雌蛙把它听到的具有吸引力的叫声的那块地方，作为它寻找配偶的目标地。当它最终看到它所找的雄蛙时，它可能得到这只鸣叫的雄蛙的交配。但在蛙类当中某些雄蛙并不发出叫声。取而代之的方法是，它们静悄悄地侵入一个强有力的鸣叫者的领地，跳到雌蛙面前将其拦截，充当雌蛙所要接近的对象。因为所有的雌蛙只知道寻找优美的叫声和良好的领地的所有者。这样，不会叫的雄蛙就成为雌蛙的所谓的侍从，它可能不经常同雌蛙进行交配。但是，这种竞争策略只在极少数情况下，能给那些不会叫的雄蛙提供一些通过竞争性搏斗获得传递遗传基因的机会。



两种有毒的箭蛙



一群牛蛙聚集在一起

充当侍从的雄蛙的交配行为通常不能满足雌蛙的要求。但是,什么是雌蛙的最好策略呢?美国宾夕法尼亚州阿斯顿市纽曼大学生物学家麦克·F·吉文(Mac F. Given)研究发现,不像大多数蛙和蟾,雌性大黑蛙有它们自己的独特叫声。并且他猜测,它们可能把这些叫声作为交配之前用来控制和识别对方的一种方法。

雄性的木工蛙发出一种短促的一连叫 10 次的鸣叫声,以此将它的领地位置及其可用性通告其同类中的雌蛙。它们一边叫一边守卫领地,一直要延续 3 个月。别的雄蛙可能用单音调的鸣叫声对这种长的鸣叫作出反应,吉文把这种叫声称为进攻性鸣叫。进攻性鸣叫会引发一系列的备战行为,直到领地的所有者与入侵的雄蛙展开一场搏斗。通常,入侵者失败时会发出表示妥协的叫声,然后它迅速夺路逃走。

雌性的木工蛙对雄蛙鸣声作出的反应就像别的雄蛙那样,它受到雄蛙鸣叫声的刺激后同样会展开追求与搏斗行为。但它在搏斗时决不会发出放弃追求的叫声,而会将"搏斗"转变为与选定的配偶的抱合。在雄蛙依附在雌蛙的背部紧紧地拥抱的时候,雄蛙会使雌蛙的卵受精。吉文原以为雌蛙参与竞争可能会遇到危险,但令他感到惊奇的是,雌蛙非但没有遭到伤害,而且还在竞争中得到了受益。他猜想这可能是由于雌蛙的叫声使侍从雄蛙的竞争处于了困境的缘故。因为侍从雄蛙由于害怕雌蛙的叫声会引起占有领地的雄蛙对它进行攻击,所以它不敢反抗雌蛙发出的叫声。这样,通过叫声的来回识别,雌蛙能够确认出谁是偷偷摸摸的冒名顶替者,从而它可以有把握地与它的真正的"白马王子"成亲交配。

第七章 鸟 类

学习歌唱

没有鸟儿歌声的春天的清晨是缺乏生气、不完美的，在历史悠久、生态环境复杂的地区，你能听到多种多样的鸟叫声，如鹪鹩的高声歌唱，其叫声有多种音调，悦耳动听；或许你也能听到坦氏孤鸫的单调、低沉的叫声。科学家们研究鸟类歌唱的学习行为时，总是首先将性成熟的雄鸟从其他所有鸣叫的雄鸟中隔离开来。经典的研究是英国鸟类生态学家W・H・索普(W. H. Thorpe) 在完全隔离的条件下，饲养欧洲苍头燕雀的研究。被隔离饲养的这些雏鸟在次年春天性成熟的时候，只能概略地发出苍头燕雀歌声的部分音节。与之对照，一些苍头燕雀的雏鸟在孵出后的开头几星期就留在成年雄鸟中，成年雄鸟充当它们学习歌唱的"家庭教师"，使它们在与成鸟一起生活、成长的过程中学会基本的歌唱。索普推测，用这种方法可能比他以前在夏季才开始采用的让鸟类模仿记忆的方法进行的最初试验要好得多。

北卡罗莱纳大学的梅雷迪思・J・韦斯特(Meredith J. West)和杜克大学的安德鲁・P・金(Andrew P. King)的研究也证实，在完全隔离的情况下饲养小鸟，无论如何都可能造

成鸟类对环境的不适应。为了避免出现鸟类对环境不适应这样的问题,他们把捕自北卡罗莱纳的一种刚孵化出不久的雄性牛鸟与捕自得克萨斯州的成年雌鸟饲养在一起。使他们感到意外的是,卡罗莱纳雄鸟成长后的歌唱声带有明显的得克萨斯鸟的地方口音。可是,令人不明白的是默不作声的雌鸟又是怎样"传授"其地方语言的呢?

通过对那种野生牛鸟的仔细观察研究,韦斯特和金破解了这道难题。雄鸟的歌声由 4~7 种音节变化组合而成,但其基本音素是咯咯声,咯咯的啭鸣声是这种牛鸟歌声的主旋律。每一只雄鸟的歌声都有其独特的节奏变化。当一只雌鸟听到一种它所喜欢的歌声时,它就一个翅膀向上向外举起,一蹦一蹦地跳跃着,并不断地眨动它的眼睫毛,好像是在向那只雄鸟暗示它的赞成。这种象征着表达认可的行为,在非灵长类动物中是一个罕见的例子。虽然在雄鸟 1 秒钟的鸣叫声中,雌鸟发出眨眼睛的暗号只有 1 秒钟的千分之几那样短而快,但是对那只雄鸟而言,已是足够的了。一旦雄鸟知道什么样的歌声为雌鸟所喜欢,它们就投其所好,专门发出那种能让雌鸟喜欢的鸣叫声。研究者们由所研究的牛鸟的这种行为,想到将其与人类的相似行为进行比较:人类的婴儿对成年人发出的声音用微笑或恐惧神态表示认可或者不认可。例如,在婴儿感到恐惧的时候,他们的保育人若通过重新以和蔼可亲的话语对其进行安慰的方式来学习与婴儿谈话的技巧,那么,保育人会获得婴儿的认可。然而,随着婴儿的成长,他们会选择自己所喜爱的语言。到 1 岁左右,他们会跟着成年人学习发音和讲话,并且还很容易接受成年人的训练,模仿成年人的样子去做。或许鸟类的"地方语言"不会比人类的方言更具重要的意义。华盛



红头啄木鸟的哺幼行为

顿大学的迈克·D·比彻(Michael D. Beecher)解释说:“鸟类之所以学习歌唱,大概是由于歌唱有益于个体的缘故。歌唱对个体的好处主要表现在可以直接从具有共同歌唱类型的邻居的同类那里学习歌唱,以沟通彼此之间的联系,便于将巢和生活区域疏散开。假如鸟类都向其邻居的同类学习歌唱,那么,其结果是地区方言将占有更大的比例。”比彻说,鸟类与邻居的同类进行歌唱比赛,这在同一种类的社群结构中可能扮演重要角色。


一种产自西伯利亚的鸣鸟

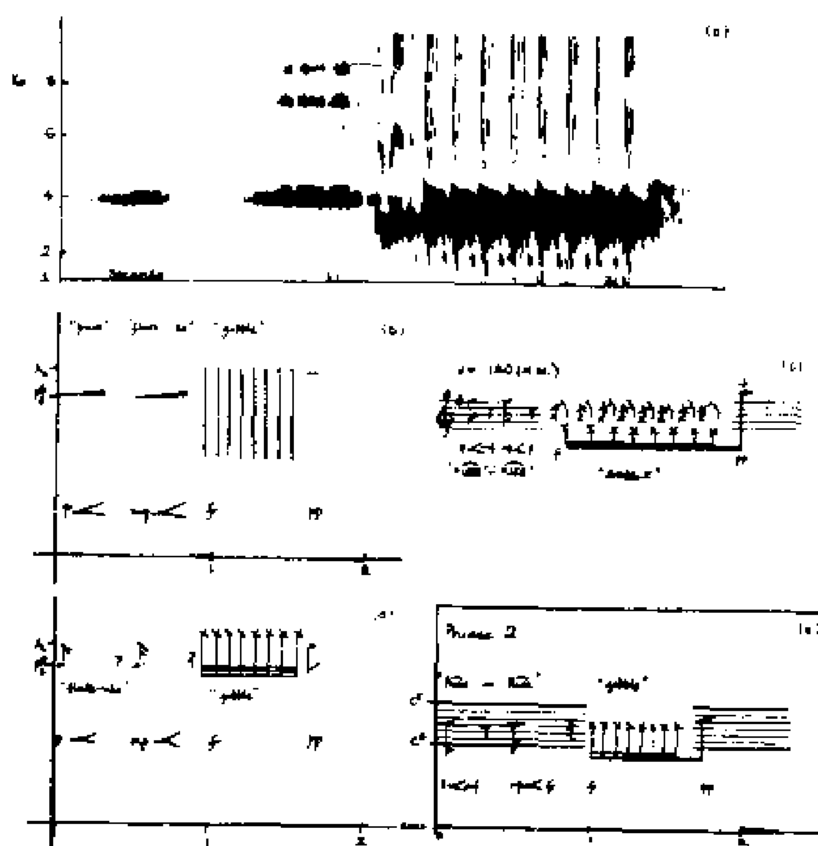
像大多数雄性动物所发出的叫声一样,雄鸟的歌唱声也传递着两种相关的信号。第一种信号,是向雌鸟宣告它所处的繁殖状态;第二种信号,是向其他听到叫声的雄性发出“禁止入内”的警告,以阻止竞争者进入它的领地。歌带鹀能发出8～9种不同的鸣叫声,其中有的叫声与靠近它的同类的叫声是相同的,并且它们的叫声不是独一无二的。在所有鸣鸟中,约有70%的种类的叫声不止一种鸣叫类型。与进化论有关的所有这些证据的解释是鸟类行为学家们争论的主题,因为他们发现鸟类的叫声有许多相互掺杂的变异现象。可是,比彻发现一种更为复杂的通讯现象在鸟类中继续进行着。一只年轻的雄鸟在它的全部歌声中包含着从3～4只年长的雄鸟那里学习来的歌声。于是,当它建立并开始守卫它自己的领地的时候,它能够用不

同的歌声来回答它的邻居的同类——它以前的"家庭教师"和它的年轻的"同班同学"。因为它与它的老师、同学所共同具有的歌声是有所不同的。

当一只歌带鹀听到来自附近或它的领地范围内的同类邻居的叫声时，它往往会使用种种策略来守卫它的领地。例如，它可能重复对方的叫声，或者用不同的鸣叫声——一种双方共有的叫声来回答。比彻有代表性地研究了歌带鹀的鸣叫声的类型，他发现歌带鹀的鸣叫声约有40%为共有类型，而且只有极少数共有类型不是常用的。在野外调查研究工作中，比彻记录了守卫领地的歌带鹀的鸣叫声。歌带鹀听到一个邻居同类的叫声后，它通常是用一种共有的叫声作出反应，但不是用它刚听到的那种鸣叫声来回答。有的歌带鹀是用一种奇怪的叫声或者是它自己独有的鸣叫声回答，而很少使用它们共有的叫声作出反应。另一种取而代之的回答方式是，有的歌带鹀用刚听到的叫声与对方开展比赛。由此比彻想到，歌带鹀从共有的全部叫声类型中选用其中一种鸣叫声确实可以帮助它们维持其现有的地位。因为歌带鹀开始总是用低强度的声音回答对方，并且表示挑战的方式也通常是较温和的。与大声喊叫"走开！"相比，它们更喜欢紧紧地注视着对方。比赛鸣叫也更多是明确地表示直接挑战，歌带鹀的挑战可能逐步升级为体能的角逐与较量。

大多数鸟类，像索普所饲养、研究的苍头燕雀，它们的歌唱本领是生长的关键性时期学会的。苍头燕雀在性成熟之前学习歌唱。与苍头燕雀相似，产自美国西部的白冠带鹀是在它们生活的第一个夏季学习歌唱。在那以后，它们不再学习歌唱。人类学习并较熟练掌握语言大多数也是在青少年时期。尽

管可能已十多岁，我们学习讲外国语言几乎不带明显的地方口音。人类与鸟类学习交流的最根本的相似之处是都依赖于遗传组成。用鸣鸟做实验表明，它们能够学会同一种类的特有歌唱节奏——甚至在野外也没有发现过这种歌唱节奏。例如夜莺，它能用上面夜莺歌唱乐谱图中的第一种(a)和第二种(b)各一半互相变换着歌唱。但它们学不会其他鸟类的歌唱(显然，有些鸟类特化为能够模仿其他鸟类的歌唱，甚至能模仿人类的语言。)作为人类，我们能够学会人类的多种语言，这



夜莺歌唱的乐谱

似乎是由遗传决定的。因为我们人类依赖语言的交流来促进发展。但是，即使消除了人类的语言隔离，我们也并不是与生俱来就会模仿我们周围的其他语音语调。

家鸡和野鸡

仔细想想，“妈呀!”和“宝贝儿!”这两种惊叫声之间是有差别的。第一种可以引起毫无察觉的信号接收者马上注意周围情况，使之感到存在相当的危险。第二种所传递的只是一般信息，而不一定是报警。多年来，研究者们认为所有动物的惊叫声没有什么内在含意，就好像说不清话的人的胡乱喊叫一样。但是，通过野外的仔细观察取得了新的观点，即动物对于危险情况并不总是以相同的方式来作出反应，甚至连个子低矮的家养矮脚鸡也拥有表示危险信号的丰富语汇。矮脚鸡察觉狡猾的黄鼠狼偷偷进入宅院的通常反应是，它发出一种高音的“Kuk Kuk Kuk”声。但如果矮脚鸡发现老鹰在头顶上盘旋飞行，它会发出一种单调而且长的尖叫声。

通过认真而周密地记录动物的通讯行为，科学家们期望找到能证明危险信号发出者是“有意”传递的某些含意的证据，同时也期望从信号接收者的反应行为那里找到一些答案。科学家们在研究矮脚鸡的通讯行为时，从矮脚鸡的惊叫声中，他们得到了来自信号发出者和信号接收者两个方面的令人满意的答案。

矮脚鸡发出叫声以提醒其他同类注意身边有捕食者，假如没有其他矮脚鸡在附近，矮脚鸡则往往较少发出警报声，这种现象被称为“听众效应”，它似乎表明矮脚鸡意识到在什么

情况下叫好，什么情况下不叫为好。如果矮脚鸡仅仅是一时激动而发出叫声，那么，在这种情况下它发出的叫声总是粗厉的。这正如人类在受惊的情景下可能发出尖叫声一样，不管是有人还是没人在场，都会情不自禁地发出叫声。而且，矮脚鸡有两种叫声，这两种叫声是由不同刺激物引起的两种明显不同的反应。即一连串的咯咯的叫声表示有陆地行走的捕食者，而尖叫声表示有空中飞行的捕食者。当一只矮脚鸡听到咯咯的叫声时，它伸长脖子，用眼睛扫视地面，然后跑到宅院的中间。因为在宅院中间它也许能看见黄鼠狼在鸡舍下蹑手蹑脚地走动。一只矮脚鸡在它听到尖叫声时，迅速向上观察一下掉头就跑到隐蔽处躲藏起来。对研究者而言，很幸运的是可以用电视录像片使矮脚鸡的母鸡和公鸡看见并相信录像片中的捕食者。一只浣熊或一只红尾隼的录像片能诱导矮脚鸡发出咯咯的叫声或者尖叫声，而且这两种叫声都能引起其他矮脚鸡作出相应的反应。

矮脚鸡和缅甸原鸡二者可能是家鸡的野生祖先，它们发现食物时的叫声也证明了这一点。它们低声的一连串单音调的咯咯的叫声表示找到了可口的食物，这种叫声所传递的食物信息比其他仅仅表示找到食物的叫声具有更大的吸引力。公鸡除了在母鸡眼前发现食物之外，很少发出这种有吸引力的叫声。母鸡除了它们的小鸡在附近之外，发现食物时很少发出咯咯的叫声。有趣的是，原鸡发现食物时的召唤声是随它们所找到的食物而定的。对于“优质”食物——比如说找到了蛴螬——它们咯咯地叫得更欢、节奏更快。母鸡对“劣质”食物的召唤往往不感兴趣，较少作出反应。虽然新近孵化出来的小鸡对“优质”和“劣质”食物的召唤的反映能力与母鸡相比存在明

显的差别，但是当它们获得了经验的时候，它们也学会了区分哪一种食物召唤表示的食物更好。

有时，家鸡也会发出关于食物的召唤声，但事实上当时它们并没有发现任何食物。当所找到的食物实际上并不那么好的时候，它们还可能大肆宣扬是优质食物。一些研究者认为，家鸡的这种行为是一种骗局。但既然叫声具有作为安全警报和作为交尾召唤的两种作用，也许公鸡就对自己所做的这种虚假的食物广告并不感到有愧。

园 丁 鸟

园丁鸟具有光滑油亮的深紫红色的羽毛、引人注目的淡蓝色的眼睛和黄色的嘴，其雄鸟光亮柔滑的羽毛上还有饰纹。然而，它漂亮羽毛与它的近亲极乐鸟的羽毛相比，非常相似。园丁鸟当着一群鸟的面，使用一种非凡的方法代替炫耀羽毛这种普遍求偶夸耀行为，以迷惑它的"新娘"的眼睛。它们在树荫处筑一个幽会的地方，称为凉亭；这种幽会凉亭不像任何其他动物所筑的巢（窝）。园丁鸟用这种幽会凉亭作为舞台，在此充分显示其跳舞和歌唱的本领，以此来赢得雌鸟的欢心。

已知的 18 种园丁鸟筑 14 种类型的幽会凉亭，其结构变化由简单到复杂。例如，齿嘴亭鸟筑幽会凉亭时，首先清除林间一块地面上的碎屑，用煞费苦心收集来的新鲜树叶铺在上面。然后用它腿上的羽毛覆盖在铺好的叶子上，使之形成一层毛毯，而它则只能光着两条腿在林中生活了。另一更为有趣的例子是橙冠园丁鸟的巢。它先仔细地清除一棵小树底下及其周围的地面，然后用细枝条编织一层栅栏围绕在小树的周围。

这种构造称之为"五朔节花柱"，这是橙冠园丁鸟为它的配偶跳舞而编织的中心饰物。它用苔藓和装饰品铺盖在舞场地面上，所用的装饰品有果壳、羽毛和鲜艳的叶子。它甚至还可能找到纽扣、瓶盖和其他小摆设，所有找来的人工饰物的颜色都能与它的天然小饰物的颜色相搭配。最后，这种园丁鸟用细树枝给它的舞场加上一个顶盖。顶盖离地面有1米高，差不多是舞场直径的两倍。然后，它和它的配偶在里面围绕"五朔节花柱"跳舞。



一只园丁鸟在幽会凉亭中探望

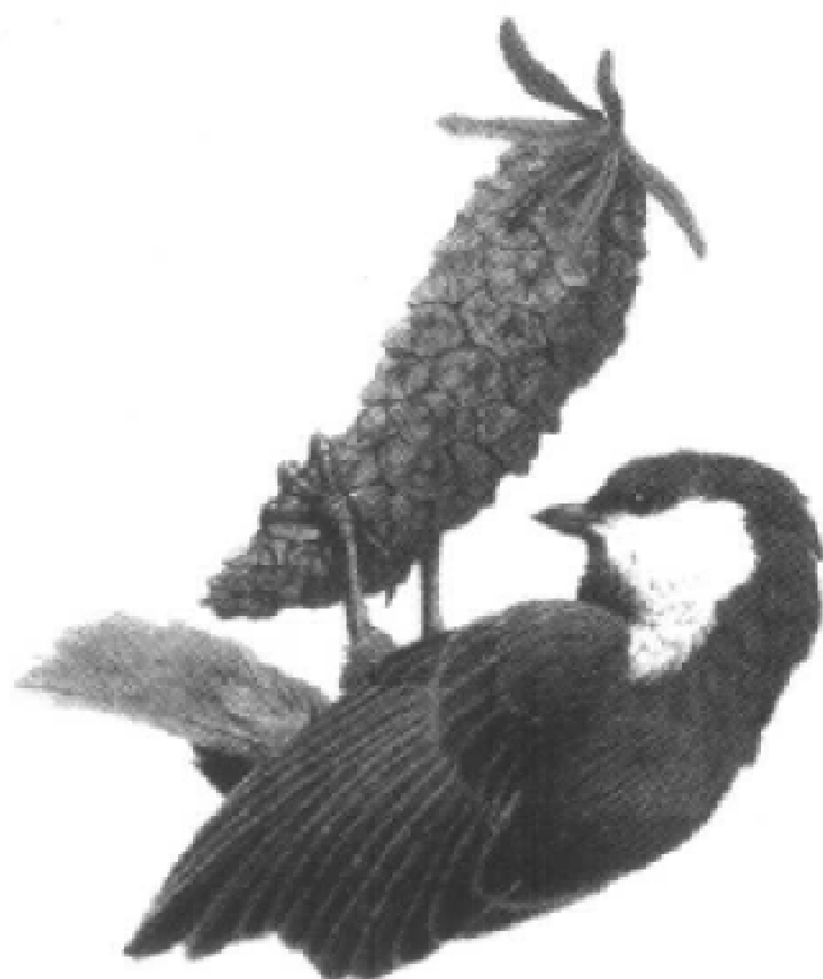
在所有园丁鸟筑得最好的幽会凉亭中，绶衣公子筑的凉亭介于上述这两种例子之间。它的巢由两个相似的围栏构成，看起来好像干草搭成的窝棚。绶衣公子的凉亭上面用新鲜的

黄色稻草铺盖，中午太阳(在澳大利亚北部)直射地面的时候，缕衣公子就在凉亭内休闲，并把凉亭内的开阔场地作为跳舞平台。其雄鸟用拾获的蓝色的鹦鹉羽毛、蓝色和黄色的花、光滑发亮的蝉翼以及它所能找到的其他发亮的饰物装饰它的舞台。它用较大的饰物如陆栖蜗牛的外壳等圈画出舞台的边界，而且在它跳舞的时候还不断用嘴叼起凉亭周围的小饰物补充到舞台边界的大饰物中间。在阴暗的森林中，发亮的蓝色的饰物在鲜艳的黄色背景的衬托下形成鲜明的对比。它还用嘴修剪凉亭周围的树枝，让更多的阳光照射到凉亭内，借光的折射来美化饰物的对比效果。这一切都是为了吸引雌鸟的注意力。

马里兰大学动物学家杰拉尔德·博吉亚(Gerald Borgia)系统地研究了缕衣公子，在一定程度上搞清了这种鸟的雌鸟是怎样选择其雄性配偶的。其雌鸟在一块小的领地范围内对几个幽会凉亭进行调查，通过调查对各个雄鸟供养雌鸟的能力作出评价。博吉亚发现这种鸟建造一个凉亭会积累一些经验。年长的雄鸟的建造技术更为熟练，所建造的凉亭更为坚固，并且收集的蓝色饰物，尤其是罕见的蓝色羽毛更大、更珍贵。它们还能发出更为优美动听的求爱叫声。搜集蓝色的羽毛并不是一件容易的事情，因为在森林中这种蓝色的羽毛极其罕见。大多数鸟是从其他凉亭中偷窃这种稀有的蓝色羽毛。有些"强盗"鸟如果在侵入的凉亭中只能偷窃到小件饰物时，它们还往往捣毁那些没有为其提供重要"珍宝"的凉亭。因而保护和维修凉亭往往需要耗费更多的能量和精力，并且维修凉亭比原先建造凉亭需要更高的技术。

博吉亚在影片上记录了园丁鸟的行为，并且还拍摄了它们的栖息地。他有计划地从那些性成熟的园丁鸟的凉亭中移

走它们摆设的装饰物。最后，这些雄鸟只吸引了较少的配偶。博吉亚还采用给蓝色的羽毛编号后放入栖息地的办法，结果他发现大多数性成熟的雄鸟不再进入被移走饰物的那个凉亭。年长的经历丰富的绫衣公子在一个繁殖季节甚至可以和33只雌鸟交尾。每一只雌鸟在一个繁殖季节只交尾一次，它的巢通常是在一棵树的附近，并且是雌鸟单独孵卵，在所有的绫衣公子中，可能只有极少数性成熟的雄鸟得不到交尾的机会。



会说话的鹦鹉——亚历克斯



自从我们的祖先第一次驯化鸟类的语言接受能力以来，人类就对鸟类的这种能力非常着迷。人类教鸟学说话的惯用方式是，在驯养的初期，驯养人员听到鸟的发音和所欣赏的学舌，就对这只鸟和它下的蛋给予特别的爱护，并投喂它爱吃的食物作为奖赏。

但是，并不是什么鸟都能模仿人类的语言。从亚里士多德(Aristotle)时代起，人们已经知道鹦鹉能够复述人的话语。有几种鹦鹉能够模仿人说话，如从简单的"你好"到较复杂的"波利(Polly)想要饼干"等等。

可是，模仿是否含有领会或理解的意思呢？美国亚利桑那大学的艾琳·佩珀伯格(Irene Pepperberg)于1990年春天开始研究鹦鹉模仿人说话的能力，想弄清鹦鹉是否把语言作为一种交流工具，它是否能理解它所说的是什么。她选择会说话的冠军种类——非洲灰鹦鹉作为研究对象，并给这种非洲特有的灰鹦鹉取名为亚历克斯。亚历克斯会说100多个词语。

佩珀伯格发现亚历克斯能够说比学到的100个词汇还要多的词语，其中包括90种物体的名称。它还能回答问题。例如，佩珀伯格举起手里的一把绿色的钥匙问："这是什么？""绿色钥匙"，亚历克斯回答。当她又举起一块蓝色的五角形

木块问“什么颜色？”时，亚历克斯紧接着回答：“蓝色木头”。如果她再一次举起刚才那块木头问“什么形状？”的话，亚历克斯知道回答：“五角形木头”（显然，“五角形(pentagonal)”发音是有点绕嘴，对鹦鹉来说难度较大。）亚历克斯还能够从众多的收藏物中挑选出红色的钥匙，其中包括它能够分辨出红色的物体中哪些不是钥匙和钥匙中哪些不是红色的。

鸟类有很好的记忆力，经过训练它们能够记住相当多的东西。科学家们相信，乌鸦能够记住它们听到的呱呱叫的次数和这种鸦叫声的节奏这样两种数目，并借此进行相互识别。佩珀伯格把鸟类的这种能力，比作我们在圣诞晚会上并没有有意识地反复记 fa—la—la 的数目而大家都会唱“富丽会堂”。对鸣禽而言，掌握好拍节是演唱成功的关键的组成部分，其中包括要记住音调的重复次数、先后顺序和持续时间。

佩珀伯格收集了一些令人迷惑不解的物品——木制的压舌板、线轴、金属制品、纸做的物品，以及塑料杯和多种其他东西。并将每一种物品涂上一种类型的颜色（有玫瑰红、绿色、紫色、蓝色、黄色、橙色和灰色）。佩珀伯格和她的学生们然后问鹦鹉亚历克斯：“有多少蓝色的杯子？”或“有多少橙色的钥匙？”……在每一个试验中，试验者们将物品分类排列，系统地测试亚历克斯计算不同数目的能力。试验开始是用 1 个物品，然后逐渐增加到 6 个。亚历克斯回答提问的正确率在 83% 以上。不管拿多少次物品向它提问，要它计数，它往往总是在同一个数目上出错。如果亚历克斯没有掌握凭视觉分辨物品的方法并且也不具备当时一眼就能看出物品总数的能力，它就不会在计数上大大地超过我们的预料。

佩珀伯格推断，亚历克斯计数和我们人类的计数可能同样是有意识的。

佩珀伯格谨慎地拿亚历克斯的学习方法与儿童早期学习方法的一些类似情况进行比较。当少儿与成年人和其他儿童在一起的时候，他们往往喜欢跟儿童说话。当他们单独和儿童在一起时，他们不但同其他儿童说话，而且还常常用他们刚刚听到的新词语练习说话。亚历克斯在它的主人离开而只剩下它的时候，它也练习说话。每天傍晚在亚历克斯的训练人离开之后，佩珀伯格悄悄记录了亚历克斯的发声。在所记录的这些独白中，亚历克斯练习它的训练人白天教过的词语——这些词语从前它决没有讲过。亚历克斯也经常练习它自己以前曾用它们回答过训练人的词语。在这些词语成为它已学会并记牢了的语汇之前，它总是私下地进行练习。

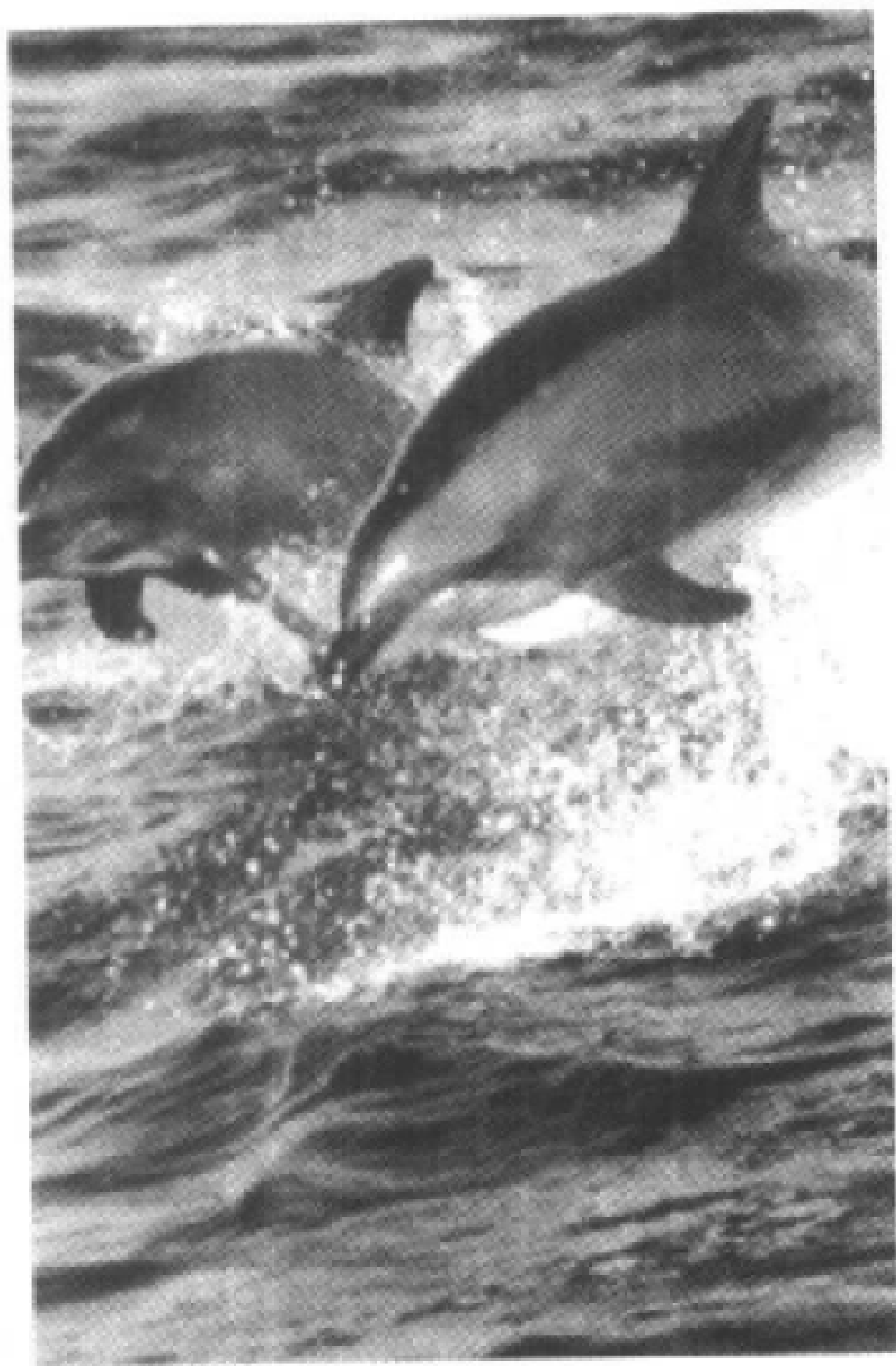
第八章 鲸 类

海 豚

在动物当中，鸟类模仿声音（包括模仿人类声音）的能力是最强的。但令人惊讶的是，海洋哺乳动物却排在令人瞩目的第二位。一些海豹通过学习可以勉强吠出能被人类听懂的词，鲸鱼在进化出它们那些绵长、复杂的歌曲的过程中相互加以模仿。但被人类研究最多的海洋哺乳动物歌手则是海豚。

海豚用大量不同的声音进行通讯交流，这包括用于回声定位（也可能是用于交流）的反复重复的卡哒声、啸叫声及咕噜声。在驯化过程中，它们甚至能模仿人类的语言。它们的回声定位能力是很有名的，一只被蒙上眼睛的海豚在游泳池底能找到一个便士大小的物体，并能根据小物体的形状和组成对其加以区别。而最引人注目的是海豚进行交流时发声的方法。

首先，海豚发出的啸叫声的意思是"嗨！嗨！"。60 年代进行的研究表明每只海豚都有其独特的啸音，这被称之为特征啸音。在一个正常的海豚群体中，根据海豚个体的数量，一般至少会有 10～25 种不同的啸音。此外，每只海豚还必须学会



长鼻海豚

鉴别这一群体中其他同类的特征啸音。当科学家们听到超过100只海豚的啸音时，他们认为此时海豚并不是正在从混杂的声音中选择特征音，而是在发展它们自己的啸音。海豚成熟后，它的特征音变得有些千篇一律了。为了识别特征音分辨不同的个体，海豚必须能够将啸音和不同的个体联系起来。



"嗨！我不是光告诉你我的名字。"

斯坦福大学的行为学家彼得·特亚克(Peter Tyack)和北卡罗来纳大学威尔明顿分校的蕾拉·赛义格(Laela Sayigh)，研究了佛罗里达萨拉索塔附近的野生海豚。这是一个被芝加哥动物学会的兰德·威尔斯(Randal Wells)研究了十几年的海豚群体固定生活水域，所以研究者通过识别每只海豚的特有标志就可以反复地发现这些动物。因为研究人员搞不清楚每只海豚的特有声音，他们就用网将单只海豚围起来录下它们的声音。尽管这一工作是在半自然环境中进行的，但它仍提供了重要的资料。

首先，赛义格证实每只海豚都有可识别的特征啸音，这些啸音可以保持至少10年。她还发现当母海豚和仔海豚中的一只身陷围网而另一只在附近游弋时，它们之间保持着声音联系。当她开始录制新生仔海豚的啸音时，她发现在仔海豚的啸音中有一种不断变化的不明显颤音，就像一个幼儿的签名笔

迹一样。随着年龄的增长，仔海豚形成自己固有的个体啸音，但这声音还或多或少地和幼年时的声音有些相似。

赛义格还发现，海豚的雄性后代和雌性后代的啸音发育是不同的，雌性仔海豚的啸音和它母亲的声音也完全不同。而另一方面，它的兄弟的啸音则从不稳定的幼体啸音变成了与其母亲声音非常相似的成体啸音。至少在这个海豚种群中，母海豚和它们的新生后代是同祖母以及其他雌性海豚一起生活的，从而形成一个能长期维持的群体。如果年轻的雌海豚、它们的母亲、祖母和其他雌性海豚具有非常相似的啸音，就会导致混乱，这就好像一个家庭中有两个人取了相同的名字，而取错名字的那位又老占着电话。雄性仔海豚发育成熟后就离开群体，所以它们被认错的机会也很少。

海豚通过学习还会对其特征啸音进行修改，赛义格并没有排除遗传因素的影响。例如，如果特征啸音是遗传性的，那么它是由 X 染色体控制。一只雌海豚将继承两条 X 染色体，一条来自父亲，另一条来自母亲，因此这只雌海豚的特征音将有别于上一代双亲。另一方面，雄海豚只继承一条来自母亲的 X 染色体，所以它的叫声会和它母亲的有些相似。

确定特征啸音会遇到一些问题。尽管我们可以在水下听见海豚的叫声，但我们不能确定声源来自何方。即使水下麦克风录到了海豚的啸音并且传到水面，我们也不能定出声源的位置。将海豚隔离开来，可以解决确定那只海豚在哪里发声的问题。但当两只海豚以一种水下步话机的方式进行交流的时候，科学家们发现隔离会严重扰乱海豚间的社会交流。

彼得·特亚克发明了一种解决方法，这种方法使他能够可靠地记录两只或更多只海豚的啸音。他的这种发明叫“声光

仪"，这种仪器有3.5英寸长，呈"十"字形。设备上装有一个吸盘，可以将其固定在海豚鼻孔前光滑的皮肤上。一排发光二极管向着前方，背面是一个电池盒。设备内侧一个麦克风接受海豚的声音，二极管接收到声音信号就会发光。声音越大，二极管越亮。

特亚克研究了生活在马萨诸塞州布勒斯特西兰水族馆的两只海豚，它们的名字分别叫"斯科蒂(Scotty)"和"斯普瑞(Spray)"。他在一只海豚的身上放红色二极管，而在另一只身上放绿色二极管。当特亚克及助手听到水下麦克风传来的啸音时，他们就大声说出所看到的二极管的颜色和数目。一部磁带录音机把海豚发出的啸音和观察者的口头报告一起录下来。

通过声谱仪分析海豚的叫声，特亚克发现3/4的啸音可以分成容易分辨的两类。第一类啸音开始时升高，接着音高猝然下降并持续约半秒钟，然后声音又略微有些升高。第二类也是先升高，接着下降，然后平出，但它是以突然的升高而结束的。尽管两种海豚产生两种啸音，但特亚克注意到了它们个体间的差异。斯普瑞的第一类啸音与斯科蒂的第一类不同，而它们第二类啸音的差别则更显著。有趣的是，这两只海豚各自的两类啸音的比例也不相同，斯普瑞2/3的啸音属于第一类，而斯科蒂则有3/4的啸音属于第二类。特亚克认为这些结果说明第一类啸音是斯普瑞的特征音，而第二类为斯科蒂的特征音。有时海豚会模仿其他同类的特征音，对此特亚克坚持认为它们是用其他海豚的特征音作为一种标志或是名字。

海豚的这两类啸音也有所变化，正如在声谱仪上可以看到的那样，声音形状的变化包括声部的缺失、持续时间的变化

和声高的轻微变化。特亚克坚持认为海豚能够分辨声音的这些变化，而许多啸音并不只局限于这两类。

不幸的是，斯普瑞死了，只留下孤独的斯科蒂。特亚克两年后回来，好奇地想知道斯科蒂的发声是否有所变化。斯科蒂不再发出斯普瑞偏爱的那种啸音，它的啸音变得更安静也更简练，由此我们可以认为海豚的啸音具有社会交流的功能。

从这个方面我们可以看出，海豚所掌握的词汇要比“嗨！我是斯科蒂”和“嘿！我是斯普瑞”多得多。

尽管海豚在野外的声音不仅仅只有特征啸音，早期的科学家们试图按照人类的声音去解释海豚的尖叫声，但这些工作没有很好地进行下去。即使是今天，要立刻对海豚声调很高的声音进行解释也是很困难的。而且，海豚光滑的无指鳍状肢也不适合进行各种人工通讯，包括像类人猿那样使用手语和操作键盘。

有关了解海豚理解语言能力的研究仍在进行。夏威夷大学玛诺瓦分校的刘易斯·M·赫尔曼(Louis M. Herman)和他的同事，在克瓦鲁海洋哺乳动物实验室训练4只野生海豚学习人工语言。一种语言是由计算机模拟的高声调“语言”，第二种语言是由训练员用手和臂的姿势来表达语义。除了一些语法规则外，这两种语言与人类语言没有任何相似之处。每种语言包括大约40个词：名词如“隧道”、“门”、“人”和“球”；动词如“在……下面”(含有“去”的意思)和“去取”；修饰词如“表面”、“底层”、“右”和“左”。

利用这些语言，赫尔曼可以问海豚很多问题，以便了解它理解领会有关具体物体的词的能力，并使它理解不同顺序的词，这些词的意义是不尽相同的。赫尔曼的海豚没有接受过语

法训练，而是通过实例学习有关规则。在海豚"凤凰"学习的高音调声音语言中，"凤凰阿克在下面"的意思是训练者要"凤凰"游到海豚"阿克卡麦"（简称"阿克"）的下面。为了防止海豚"望文生义"，阿克学习的手语包括颠倒语法。接受手语指令的海豚在作出反应之前，必须明白二词语句或三词语句的全部意思。

赫尔曼发现海豚知道每个词的意思，并且知道如何解释词序。例如，阿克可以区别手语之间的不同，如"右边铁环左边盘去拿"和"左边铁环右边盘去拿"。前一句的意思是"把你左边的盘子拿到你右边的铁环中去"。赫尔曼写道：这些实验的成功证明海豚具有理解语言中的语义部分（即词义）和句法部分（即句子形式）的能力。

不管怎样，阿克的能力已不仅仅是像训练要求的那样做出反应。它甚至能对特殊情况做出它自己的逻辑反应。如果训练者命令道："盘子铁环里面"，这一两个关联的手势要求阿克将铁环放在盘子的顶上，阿克通常会照做。阿克也学会了按很大的标有"是"和"不"的桨状的开关。例如，如果既没有盘子也没有铁环，训练者希望阿克会按"不"的开关。有时，当这两个物品都在池子里时，阿克会将要求它摆布的铁环放在"是"的开关上，这是它自己发明的动作。如盘子不在池内，它会把铁环放在"不"的开关上。如果铁环不在池子里，它不会去动没有要求它动的盘子，而是去按"不"的开关，意思是它不能完成这个命令。

阿克可以正确地对新的词组组合做出反应，由此表明它理解了词和词序。但是对于没有意义的命令它会有什么反应呢？总之，阿克将会尽可能地遵照命令挪动一个物体。例如，

它将会抬起躺在水池底的铁环以便它能钻过去。如果它看见一个不可能完成的命令，如“人水去取”，它就束手无策了，它不可能把水运到人那里去。一个更复杂的“不可能完成”的命令：“人水铁环去取”，包含了太多名词。在这个例子中，阿克明智地忽略名词“水”而将句子解释为“将铁环送给人”。它认为这个不可能的“水”是一个错误，这就像我们认为一个同时出现两次的那个多余的词可能是印刷错误那样。赫尔曼认为，海豚的这些无师自通的反应表明它们能有意识地对人工语言制定出语法规则。根据它们对句子结构的记忆，它们能理解新的甚至是没有意义的句子。

俗话说，一图抵千字。但是在我们所在的这个数字时代，一幅一页两帧的图画仅仅就值500字？恰恰相反，一幅丢失了大量数字细节的画，例如一张只有几十个彩色块组成的亚伯拉罕·林肯肖像，我们仍能“读”出来。赫尔曼想知道凤凰和阿克在细节有限的情况下，是否仍能“读”懂不太详细的手语信息。首先，他在一部水下电视机中放了一盘训练员的录像带给海豚，海豚的反应就好像那是真的训练员一样。接着赫尔曼在屏幕上隐去头和躯干，只留下双臂，然后，赫尔曼又移去双臂。最后他只显示出两个移动的白点代表人的双臂，海豚对所有这些图像都有反应。正确的反应随着最后几乎是抽象的图像而减退，即使这最少的信息也能引起比预测的还要准确的反应。接受了4个月手语训练的大学生们会产生和海豚一样的反应。

从这些及其他的研究工作中，赫尔曼作出结论，认为海豚是以一种抽象的方式运用有关物体的人工语言，并且能理解语法规则。

须 鲸

一位来自外层空间的科学家在检查地球上的生命形式时也许会惊叫："这里有鲸鱼！"我们这个星球上最强有力的声音属于蓝鲸，它是曾经生活在我们星球上的最大的动物。与具有两个助推火箭的航天飞机发出的声音能量相比，蓝鲸的低吟声可以越过海洋并在大洋两岸回响。

如此长距离的叫声，也是第一个被精确描述的来自生物界的次声。非生物界的次声源非常丰富，包括雷声、空气湍流、喷气发动机、火山、陆地上的地震、海洋中的波浪和船只。50年代早期，通过利用第二次世界大战中产生的水下监听装置，科学家们记录了声音的次声波。仪器在20Hz的频率下记录了以秒为长度的音调，这大约是人类所能听到的最低音频。开始，人们以为是俄国潜水艇，接着又听到了鲸鱼的心跳声，最终科学家们证实这是鳍鲸说话的声音。

鳍鲸和蓝鲸属于鲸目。这个目包括齿鲸，如杀人鲸和抹香鲸以及海豚。另外，这个目还包括须鲸，如有鲸、鳍鲸、蓝鲸和驼背鲸。须鲸以小型甲壳类为食，它们用一排称作"须"的手指状物从它们的巨口中过滤食物，这类鲸也因此得名。

取食方式的不同并不是齿鲸和须鲸间唯一的不同。须鲸的取食方式需要它们长途迁徙。例如，驼背鲸在夏威夷水域交配，而夏季却只在阿拉斯加附近取食。须鲸的生长和社会结构也是不同的，这两方面影响了它们的交流方式。除了是地球上最大的动物之外，蓝鲸还是生长得最快的动物。一头蓝鲸仔一天的体重能增加80千克，体长则能长2.5厘米以上。仔鲸抚

育期为6个月，此时它的长度至少为成年鲸的一半。仔鲸生长不到5年就能性成熟。

蓝鲸中的母鲸和仔鲸一起生活的时期虽然较短，但也是须鲸社会中持续时间最长的。尽管整个群体是在一起迁徙、取食和繁殖，但它们的组织结构是流动的，一个特殊的群体结构持续的时间仅有几个小时。尽管科学家们对须鲸尚未进行详细研究，不过已知道它们为一夫一妻制，因此当雄鲸发现雌鲸的时候，竞争就会加剧。

雄鲸就像其他种类的雄性那样运用声音来对外大肆宣传，但不像其他动物那么细腻。驼背鲸的歌声很复杂，能持续20分钟。它的歌声包括几个部分，每一部分包括很多音节，音调范围则从低音隆隆声到短促的尖叫声。每只雄鲸都逐部分逐音节地反复歌唱，有时它的独唱音乐会能进行几个小时。



驼背鲸

海豚利用特征啸音来表明自己的身份并识别对方，科学家们想知道须鲸是否也用特征音来鉴别个体。一个类群中的鲸唱的歌有略微的差别，由此人们可以认为歌是受遗传因素控制，并随时间而变化。在整个唱歌的季节中，歌声在逐音节地变化，最终今天的交流歌声同去年的没有多少相似的地方。研究人员知道这种变化不是整个群体歌声的完全变化，因为

他们能通过声音鉴别年复一年地区别出每个鲸个体。

鲸的歌声和次声呼唤的用途是什么？没有人知道确切答案。这些歌声在交配中很重要，次声呼唤使得鲸相距很远的距离仍能保持联系。一位科学家估计鳍鲸可以接收到5000千米以外的同类传来的信息。次声呼唤之所以可以在水下传输如此长的距离而没有损失，是因为水下的声波不仅被水面反射到水中，而且会在冷水和温水的交汇处发出回声。次声波的弥散速度要慢得多，它是直线传播的，而不像声音在空气中那样扩散传播。更重要的是，特殊音高的波长在水中会增加4倍多，使它能更有效地的传播长距离信号。

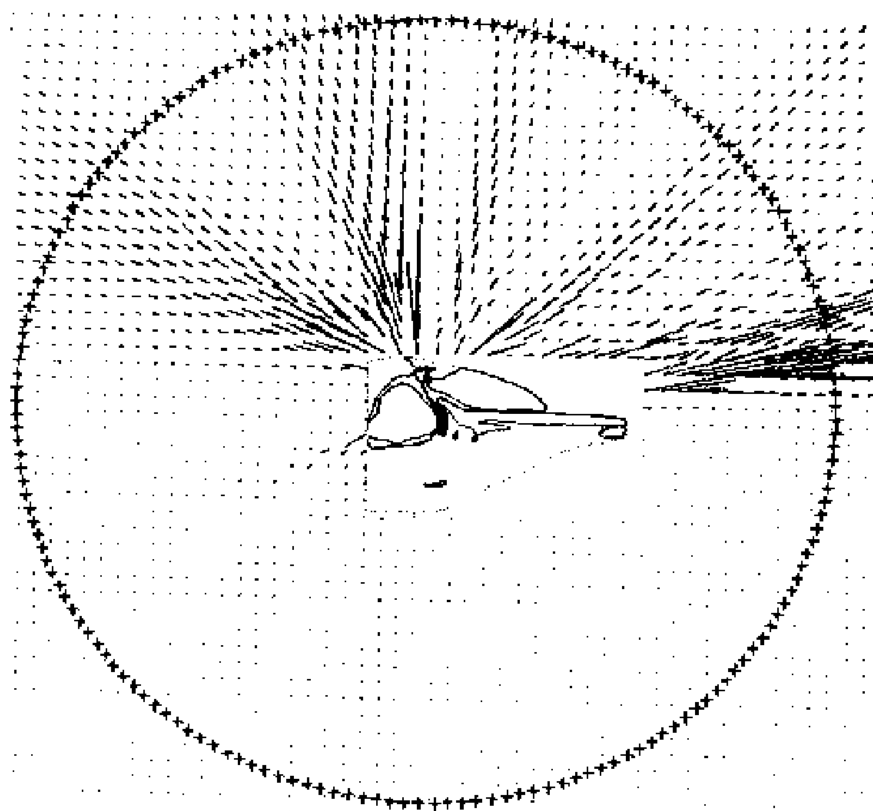
海豚是从哪里发出声音的

尽管有关海豚发声的研究已经进行了几十年了，可它们发声声源的精确位置仍没能搞清楚。现在科学家们利用计算机层面X射线照相技术(即CT扫描)，确定了海豚用于回声定位所发出的高音调敲击声的声源位置。

加州大学圣塔·克如兹分校的一位生物学家和另一位声学物理学家合作创造了一个海豚颅骨的二维计算机模型，显示了鼻孔内部周围的腔囊和一个被称作“瓜”的前额脂肪结构。物理学家詹姆斯·L·阿郎元(James L. Aroyan)和海洋生物学家特德·W·科兰伏德(Ted W. Cranford)以及他们的同事，利用一台高级计算机模拟这些结构单独的或联合的作用，在海豚头里的3个位点发出模拟的海豚敲击声。

利用他们的模型，科学家们移动声源，并且记录从头部发出的声音的模式。颅骨自已能在向上和向前的一定范围内对

声源进行聚焦，再加上在组织一空气界面上能特别有效地反射声音的气囊，海豚甚至能探测出前方更远处的敲击声。颅骨和气囊起一种反射镜的作用，并且利用与凹面镜能将散射光折射成亮度更高、方向性更强的光束的方法很相似的方式反射声波。"瓜"形结构可将声波沿海豚嘴的方向，向前并略微向上进一步调节成更强的波束。这个角度可以很好地回应其他海豚的敲击声。



计算机模拟出海豚头部的解剖模型是如何瞄准声源并调节焦距的

通过去掉周围的声源，阿郎元和科兰伏德发现海豚敲击的声源很可能是被科学家称作"猴子唇"的结构。科兰伏德先

约翰·李利:热情背离了科学



约翰·李利(John Lilly)是一位医生和神经生理学家,他早在60年代初期就开始对海豚产生了浓厚的兴趣。他研究海豚的大脑,试图搞清楚海豚的大脑是如何控制它们复杂的声音的。李利提到,他有一次曾听到一只海豚模仿它听到过的对话。李利对此非常着迷。他开始研究海豚模仿人类说话的能力。通过慢放海豚叫声的录音带,他声称他清晰地听见海豚会重复人类说的字和短语。只有一些观察者能够理解海豚发出的声音,但即使是这些观察者,对海豚说的话进行的解释也是不同的。

李利还发现海豚大脑的大小和复杂程度非常引人注目。他提出并坚持认为海豚大脑的大小表明它们拥有和我们人

前已经利用一个类似检查人咽喉的内窥镜,查看了海豚鼻孔发声的部位。这些观察结合对因自然原因死亡的海豚进行CT扫描的结果,科兰伏德认为海豚鼻孔中一对指甲状结构,即“猴子唇”,是它的声源。当阿郎元模拟其他几个声源位置时,声波的聚焦能力和方向性均受到损害。

为了发出声音,海豚通过它的鼻骨和鼻孔将高压空气呼出体外。这样,空气必然从“猴子唇”通过,就好像空气吹过两片草叶之间或人对着双簧管的簧片使劲地吹那样。声束从颅骨和气囊反射出来,并穿过“瓜”结构后被精密调节传入水中。

类一样丰富的语言，进而他又声称如果我们能同海豚讲同样的语言，那么人类和海豚进行智力和哲学上的讨论是有可能的。李利报告说"人类对鲸类的智力和计算能力以及在海洋中生存的必要条件的了解是初步和不完整的。"但他也声称"鲸类是敏感的、有同情心的、有伦理观念的、有哲学观点的，并且具有年轻海豚所必须学习的古代语言历史。"

大多数科学家认为李利的推测是极不可能和完全没有根据的。

李利1961年出版发行并获得极大成功的著作《人和海豚》致使很多人认为海豚特别聪明，它们也许具有类似人类语言的语言。李利的著作在增加了人们保护海豚的公共意识的同时，也引起了公众的误解。不管怎样，海豚只是一种动物，并不像人类那样值得我们尊敬。

第九章　低音提琴手

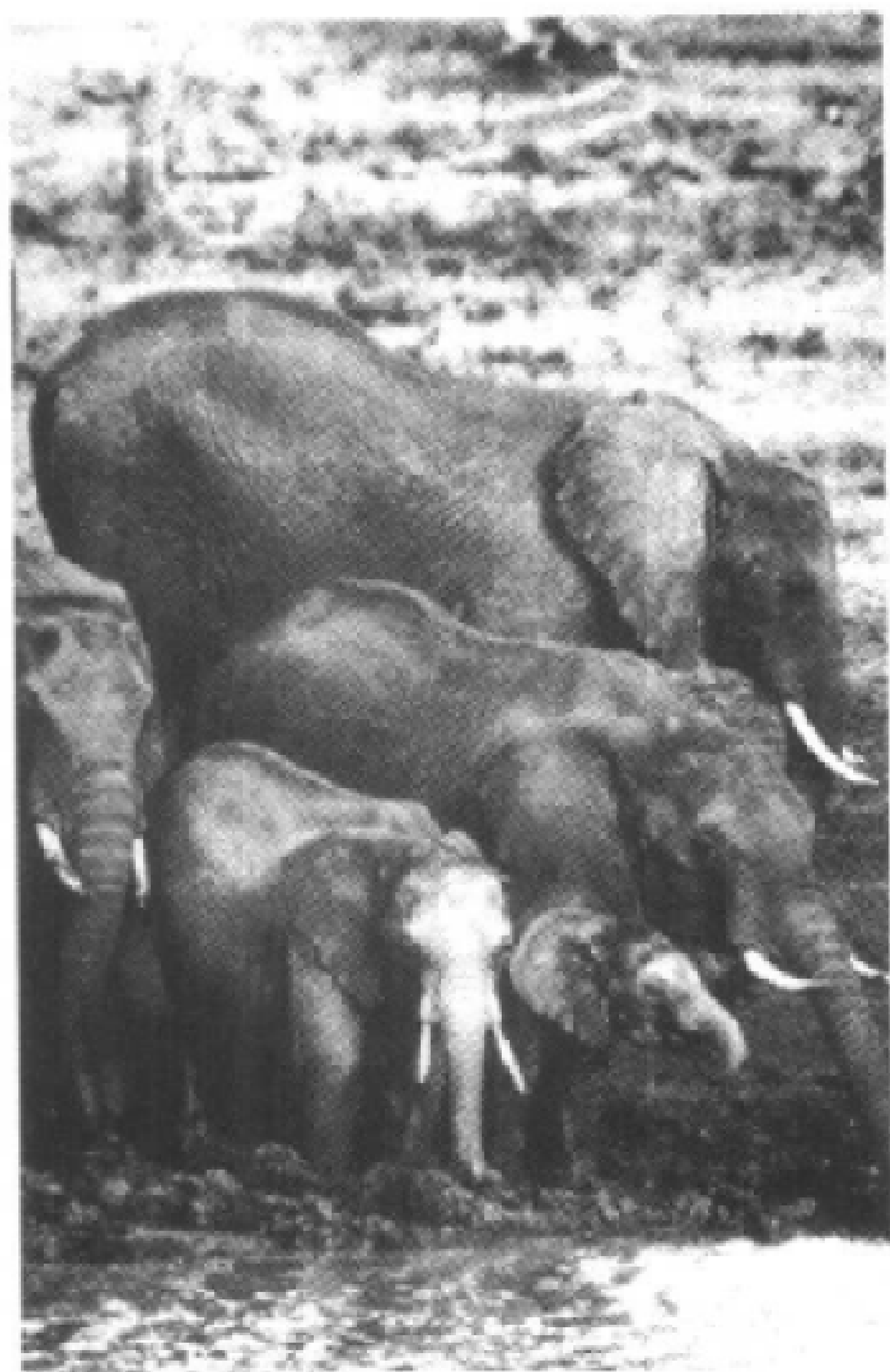
象

空气中散发出的热烤弯了鞣酸草和灰绿色灌木的气味。群象在慢吞吞地吃草，突然地，它们都抬起了头，好像受到了听不见的空袭汽笛的警告，向前扑打着大耳朵跑开。走了几英里之后，它们混入了另一个象群。

一头正处于发情期狂躁状态的公象神秘地回避开其他雄象，而笔直地向着几英里外的一头发情的雌象走了过去。有经验的非洲人习惯地呼这两种现象为"象的ESP(超感知觉)"。

一位科学家研究了装有无线电跟踪环的象群的运动，记录了象家庭中母象和仔象的临时协作情况。他重复跟踪两个一开始单独行动，然后又合在一起的象群间的运动，每次跟踪时间为几小时、几天甚至几个星期。它们一起转弯，但维持着相隔几英里的平行轨迹。有时候，两个象群同时改变方向，向对方走去汇合在一起。虽然，象可以利用它们敏锐的嗅觉器官协调它们的运动，但风常常将气味刮向错误的方向，所以科学家认为气味不能单独协调象的运动。

在纳米比亚的伊托沙国家公园里，几头雄象将沾满泥土的躯体浸入水坑里，呼吸着干燥的空气，欣赏着周围的景色。



干涸河床上的非洲象家族

突然，两头象抬起头来，张开它们的耳朵，似乎听到了雌性的召唤。它们在灌木林中走出半公里去探寻究竟，但并没有发现发情的雌象，而是两个生物学家和一个顶上架着一个大喇叭的大众牌汽车。吃惊的大象走过去了。生物学家——康耐尔大学生物发声学研究项目的路琪·奥斯勒恩(Loki Osborn)和腊塞尔·查理夫(Russel A. Charif)自信地看着，他们播放了一头发情雌象的叫声。但是他们和在他们附近播放录音的同事都没有听到任何声音，因为这声音低于人类听力的临界值，形成大象的信息交流系统中的著名的次声部分。

我们人类能够听见象的许多叫声，包括有名的尖声吼叫到低声呻吟。但是直到康耐尔大学的凯瑟林·B·派尼(Katherine B. Payne)分析了在波特兰的俄勒冈州立华盛顿动物园录制的亚洲象的录音带之前，还没有一个人知道我们所听到的最深沉的象叫声只是更低、更有力的声音的婉转的陪音，这种声音能在亚洲森林里无阻挡地传播几英里远。非洲象也使用类似的通讯信号。

象像任何一种社群动物一样生活在复杂的社会里，它们之间必须进行交流。这些最大的陆地动物利用每一种器官进行交流通讯，包括触觉、味觉、嗅觉、视觉和听觉。大象的所有活动都在一个封闭范围内进行，例如，一小群象集中在一个较小的区域里吃草，这个小集体可能由母子组成，可能是交配中的雌雄个体。利用它们很长的躯体，象能够一边往前走一边在地上留下气味痕迹，它们通常习惯于利用躯干触摸、闻嗅彼此的身体。

它们是利用听觉这一使早期的科学家迷惑不解的功能来进行长距离通讯的，这使得大象的社会活动和交配成为可能。

小群的成年雌象和雌雄幼象组成了象社会的基层单元，叫做“家族”。雌象终生留在家族内生活，不会离去。家族通常由3代组成，并且可能稳定地保持几十年或甚至几个世纪。家族和1～5个其他家族可能具有组成更广泛的亲戚关系，这叫做“结合群”。它们依次属于更大群，叫做“部族”。

匹兹堡动物园的威廉·朗巴戈(William Langbauer)和几位同事，包括查理夫，根据出现的时机和象听见后的反应，描述了几种特殊的次声叫声的特点。大象利用像其他哺乳动物一样的，但个体要大得多的喉发出极低频音调的声音。



象洗澡

在分散了的各个家族成员重新聚集在一起时，它们热烈地相互致意。心情激动的程度随分别时间的增加而增长。它们发出低沉的吼叫声，尖锐的鸣叫音并互相触摸。它们还发出

一种隆隆的问候声，这些声音从低于 18Hz 开始一直达到 25Hz，这正好是我们听得见的声音，而后又降回到 18Hz。一头象试图利用联络叫声来确定它的家族的位置，这种叫声是一种我们能够听得见的低调声音，它相对安静一些，并有很强的泛音。发出联络叫声之后，孤独的大象将竖起并展开它的耳朵，转动着它的头，仿佛在倾听着回音。应答的叫声要比问候声更大和更粗鲁，最后逐渐减弱。联络叫声和应答回声可以持续几个小时，直到这头象成功地回到它的家族为止。离群在进餐末了，到了该继续前进的时候，家族中的一个成员就会走到象群的边上，象征性地举起一条腿并往上翻它的耳朵。它反复地发出好像“让我们上路”的隆隆叫声，最终唤醒了整个家族，然后它们就上路了。

和高度社会化的雌象不同，雄象在大约 14 岁时离开了它们的家族。它们单独地旅行或和其他雄性结成一个松散的小群体，偶尔地会结合成一个临时性的家族。当雄象进入发情期时，它们会在更大的范围内漫游，寻找能接受它的雌象。

雌象一般每 4 年发情一次，而且发情期只有 4 天。因此竞争是激烈的，并且雄象必须有办法在很远的距离以外找到配偶。一头发情的雄象反复发出一种特别的叫声，这种叫声被称作“发情低音”，然后倾听着回音。其他雄象听到这种叫声后就会保持一定的距离，因为处于发情期的雄象具有攻击性，而且是具有危险性的。由几头雌象组成的雌象群用所谓的“雌性合唱”来应答雄象的呼唤，这种叫声类似问候的隆隆声，但声调更低。当一头发情的雄象参加到雌性的群体时，或当它们嗅到处于发情高潮期的雄象撒出的尿味时，雌象也将发出这种叫声。一头雄象闻声找到合唱的雌象群，并希望找到一头正在发

情的雌象。雌象终于找到如意的性伴侣，在交配以后，雌象便发出低音鸣叫声——一组带有很强的泛音的6个嗜咕声。雌象重复连续几次重复这种叫声，时间长达半个小时。

所有这些叫声都是象用来进行短距离通讯的。技术上已经证实，保证长距离通讯的效果是困难的，这甚至包括大象的无线电颈圈。尽管有困难，查理夫说："象照样可以知道几英里之外的其他象的所在地及活动场所。当一个生物学家在野外观察一群象的行为时，他或她也许感觉不到很多难以捉摸的长距离互相影响。"

河　马

除了象，还有几种陆地哺乳动物可以产生次声。河马就是其中之一。它的叫唤声和听觉都是立体的，一条通道在空气中，而第二条通道则在水下。鸟类学家　　马萨诸塞的弗莱明汉姆州立学院的威廉·巴克罗(William Barklow)通常研究潜鸟，1987年他到非洲休假，在观察一条挤满了河马的河时吃了一惊，由此使他转入一个新的研究方向。坐在河岸边，巴克罗看见水里出现一头河马。这动物安静地注视了片刻，然后，突然发出一声吼叫，这叫声在河的两岸回荡着，对巴克罗产生了极大的震撼。他能够确确实实地感受到这声音。河马的吼叫声能够达到115分贝，响彻云霄，掩盖住了雷声。整个下午，巴克罗听到了好几次河马的吼叫声。他注意到一个奇妙的现象：听到这头河马的吼叫声后远处的河马都露出水面，并用同样的吼叫声应答。它们能听到水下的声音？它们也能在水下发声吗？

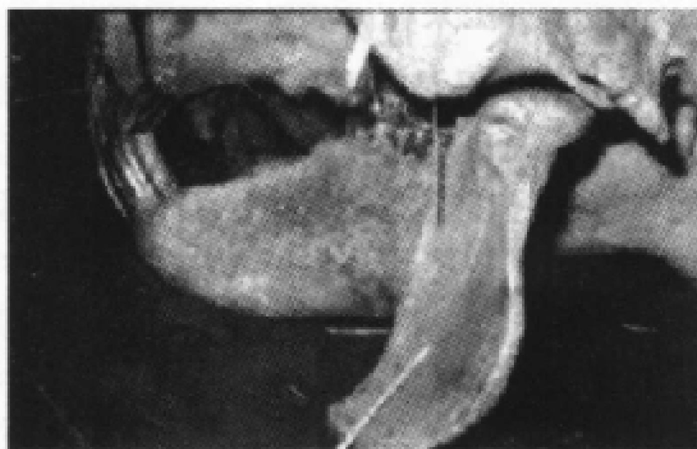

赞比亚朗瓦河中的河马

对此产生了极大兴趣的巴克罗开始在图书馆研究起了河马的社会通讯，但他一无所获，而后他又安排了一个到坦桑尼亚去做考察工作的研究旅行。巴克罗在非洲注意到雄性河马在河里保卫自己的领地，这证实了早期研究者的观察。他还发现一头占有领地的雄河马的吼叫常常带动了其他河马的合唱，以此保证了声音沿着河传播，并引发了1.5千米以外雄河马的吼声。河马的叫声向河的上、下游传播，这也许传达了哪里有它们同类的信息。这声音可能有助于其他河马知道何时进入附近河马的领地，并避免冲突。

河马头的形态有助于巴克罗所称的“两栖通讯”。它具有平平的上颌、向上的小尖鼻孔和趴在头顶上的小耳朵。河马可以将下颌、嘴及咽喉部伏在水下。吼叫声猛然在鼻孔的前方爆出，并伴随有一对像间歇喷泉一样的水柱。空中的声音很显然是来自鼻孔。巴克罗还用一个水下麦克风录下声音，并且他在听到水上和水下的两种声音之后，看见其他河马立即浮出水面。

回到他的实验室，巴克罗分析了他在野外的录音。分析的结果使他既受鼓舞又有些灰心丧气。计算机的分析表明，录下

的声音比他原先猜想的要复杂得多，这说明河马具有比他原来设想的要复杂得多的信息系统。巴克罗还发现了在声波图上观察大象的叫声时见过的泛音的踪迹，这表明河马的叫声中存在次声。由于事先没有预料到会发现次声，所以巴克罗没有携带能够记录频率如此低的声音的设备。



河马在水下通过它们的颌听声音

次声使得长距离在空气中和水中进行通讯成为可能，它能以快 4 倍的速度传播(次声的波长增加 4 倍，这使得声波能更好地进行长距离传送)。但是水下的声音是从哪里发生的呢？空气中的声音在空气—水界面上会因为密度不同而产生反射，这正如水中的声音会在水—空气界面产生反射一样。次声产生的最可能的途径是：经过河马颌下的脂肪滴，它的作用很像海豚前额的脂质的“瓜”形结构那样传导声音，并为之提供通道。几乎和水的密度相同的脂肪层，起到了沟通河马空气通道和水通道的桥梁作用。

然而，密度均匀的溶液不能解决第二个问题。河马在水下是怎样听到声音的？有两个问题阻碍了耳朵的听力，即液阻现

象和水—气界面引起的麻烦 。为了解决被阻问题，河马折叠起它们的外耳，封闭耳道 。但是这个应急措施使得它们的耳朵对水下声音更不灵敏，当声波在水中摇动了动物的组织，骨骼能将声音传送到内耳。总的说来，这一系统是低效率和弥散的，它不可能支持复杂的水下通讯系统。从海豚研究者那里，巴克罗知道海豚具有一个特殊的颌，它能清楚并有效地将声音传送至中耳。那么河马是否也是用一个类似的方法去听呢？

通过对河马的颌和耳进行的解剖学研究，巴克罗确信河马的颌也同样可能为其听力发挥作用。要是这样的话，它们不仅可以清晰地听到水下声音，而且可以在听到空中的声音之前，它们就可以听到来自水下的声音。这一技术使得浮水动物具有一种能测定次声吼叫距离的能力。声音在水中传播的速度要比在空气中快，并且传到中耳两次。一次是通过颌的途径，而另一次则是通过耳朵，两者到达的时间差距越大，吼叫声传播的距离越远。为收集有关他颇有争议的假说的资料，巴克罗又一次回到了非洲。



当河马沉入水中时，为了阻止水流进入，
它封闭了耳朵、眼睛和鼻孔

1992年，巴克罗携带着360千克重的设备横穿世界，开始了他的第二次研究旅行。这次他带来了一种有独创性的能比较水下和空气中声音的方法。在用一部连接着一个水下立体声麦克风和一个普通麦克风的立体摄像机监测河马行为的同时，他还用水下扬声器把声音回放给河马 。

巴克罗在旱季回到非洲，他发现低水位增加了河马的拥挤程度，从而增加了它们的社会接触。年幼的河马在“争论”着，有时会发出叫声，年轻的河马在玩耍着，而占有领地的雄河马则将其他雄河马拒之门外。

河马的大多数活动都发生在水下，通过进行水上和水下录像，巴克罗发现河马的很多信息交流都在水下进行。虽然它们发出的声音很大，这样很容易进行录音，但是人在水—空气界面之上仍然听不到。河马有时在水下就像在空气中那样叫唤，吐出许多一串串的气泡，但是它们还在明显地来回挤压发声腔间的空气，产生一种和气泡不同步的嘶哑叫声。尽管巴克罗没有肯定是哪个动物发出的声音，但这些叫声与录像带显示的水下产生有关。

除了吼叫声和嘶叫声，巴克罗还录到长串的水下咔哒声，这类似于杀人鲸用于回声定位发出的声音。巴克罗常常发现河马的水下社会交往与这种咔哒声有关，因此他认为这种声音是用于信息交流而不是用于回声定位的。他还录到了奇怪的声音，像咂舌的声音，这是来自河马拍动盖在它们鼻孔上面的瓣膜。巴克罗不知道这些声音的作用。当巴克罗用他的水下扬声器回放河马叫声时，河马都转向发出声音的方向，这支持了他的推测，即河马是使用它们的颌去听和探测水下声音的。

次声呼唤以及它们是怎样工作的

行人在感受到被过分放大的来自汽车立体声音响的低音冲击时，会感到非常愉悦而浑然不知音乐的高音部分。我们可以听到远方传来的隆隆雷声，但是除非在附近的天空打了一个闪，否则我们一般是听不到闪电的霹雳声。我们在这些声音中只听见了低音而没有听见高音，这是因为强有力的低频声音可以传播非常远的距离。但是人类所能听到的低音的最低音频一般在 20Hz 左右。低于这个频率，我们只能在很近的范围内感觉到这声音，仿佛它就在我们的胸膛里振荡。然而，象、鲸、河马、霍加披（产于非洲中部的一种类似长颈鹿的动物）和犀牛，似乎可以很好地听见并能发出低于我们听力范围的声音。但并不只是大动物才能听见次声，像鸽子、珍珠鸡、鳕鱼、乌贼、章鱼、鱿鱼、松鸡和欧亚松鸡这些小动物也都能听见次声。

脊椎动物所能听见的声音是由相对较高和较低的气压波组成的。当这些波到达耳鼓时，将鼓膜来回推拉，由此产生振动，这种振动通过中耳骨传到耳蜗，再由耳蜗中的特殊细胞产生神经刺激。我们的大脑最后将这些刺激翻译为声音。我们所能听到的波长的最适范围约为 2.2 厘米到 1 米。而次声波的波长范围则从几十米到数千米。

这些长波可以无障碍地穿过灌木丛和树林，因为一个物体反射声波的能力取决于声波波长和物体大小的比例。小物体，如草茎、叶片和树对波长非常长的次声波没有影响。但它们能很容易地反射和消散高频声波。甚至空气中的分子也可以吸收大量高频声波，而对次声没有影响。这些特点使得次声成为远距离通讯的理想载体。

声音从声源向各个方向传播，每传播一个来回大约损失 6 分贝。如果没有干扰影响，声音呈球形扩散(一些形状能改变声音的扩散效果。一只牛角就可以和声源结合起来，这些声源包括吹喇叭的人的嘴唇，或者在牛角中安装扬声系统做成的微型喇叭。牛角大开的口就变成了声源，声音就从那里传出。)在非洲进行的一次现场次声研究中，朗巴尔发现环境，譬如裸地，芦苇和林地，在距离喇叭从 9～22 米的 4 个距离上，对从特别制做的蒙在厚动物皮里两个喇叭放出的 60Hz 以下的声音没有产生什么影响。

甚至非常大的喇叭都不能重复发出像大象那样强有力的次声叫唤，在离象大约 4.5 米的距离上测定的大象的叫声水平已经接近了雷声。在野外实验用的喇叭，就家庭立体声的标准来说已经很大了，但仍只能发出强度为大象吼声一半的声音。对回放实验的结果进行推测，朗巴尔估计象能够听到 4 千米以外的次声呼唤。

第十章 猫科与犬科动物

狮 吼

伴随着一声穿越方圆 3 千米的坦桑尼亚撒伦盖蒂国家公园的震耳欲聋的吼叫，“丛林之王”抖起鬃毛，伸长脖子，宣告其对领地的霸主地位。如果说数十本的儿童读物和好莱坞影片尚未使这一名称和形象在人们脑海中产生根深蒂固的印象，那么 1994 年迪斯尼的动画片《狮子王》做到了这一点，不必介意狮子并非生于丛林，狮群也不存在狮王，或者说，狮子的领地是属于雌性狮群的，但这一画面已永久地留存在于人们的记忆中。

雌性狮群是由相对稳定的、关系密切的成年雌狮组成的较为复杂的社会集团，成年雌狮最多可达 18 只之多，同时狮群中也有未成年狮和幼仔。未成年狮和幼仔既有雄性也有雌性。这些雌狮共同狩猎、进食、防御外来袭击以及养育幼仔，这种合作关系甚至可以发展到狮群中的任一雌狮都可能哺育这一群体中的任一幼仔。

雄狮也会组成一种互相合作的社会集团，但这一团体较小，称之为“联合体”。一个雄性狮群加入到雌性狮群后就共同繁衍后代。对于绝大多数雄狮来说，其在雌性狮群中的短暂停



狮子在争夺领地

留代表了其一生仅有的一次养育幼仔繁衍后代的机会。一旦一头雄狮离开了一个雌性狮群，它就很难在另一雌狮群中立足。这些高度的利害关系就使得雄狮间的竞争变得生死攸关，一个雄狮群一般仅能与一雌狮群共同生活 2～3 年，之后，将会被一个新的更为强壮的雄狮群逐出并取而代之。

这种激烈竞争的结果之一就是雄狮的进攻意识，它们有时甚至会杀死入侵其领地的其他雄狮。更为残酷的结局则是，一个新的雄狮群侵入狮群后杀死其所有幼仔并驱逐所有未成年狮。雌狮失去其幼仔可能更快地进入发情期，为新的雄狮与其交配提供机会。研究人员认为，成年雄狮的袭击可能引起 1/3 的幼狮死亡（雌狮很少攻击幼狮），剩余的 1/3 自己组成一个新的雄狮团。不论一头狮子多么强壮，它都不可能独自维护其利益，它需要同伴。2 头或 3 头无血缘关系的雄狮也可能形成一个雄狮群，共同养育幼仔。雄狮间尽其所能的无条件合作是其取胜的诀窍。有时也可能形成较大的雄狮群，但这就相对减少了狮群中每一个雄狮作为父亲生育幼狮的机会。因此，较大的狮群中就常有血缘关系较近的雄狮。如果一头雄狮未能生育幼狮，它至少可以保护与其有血缘关系的其他幼狮。

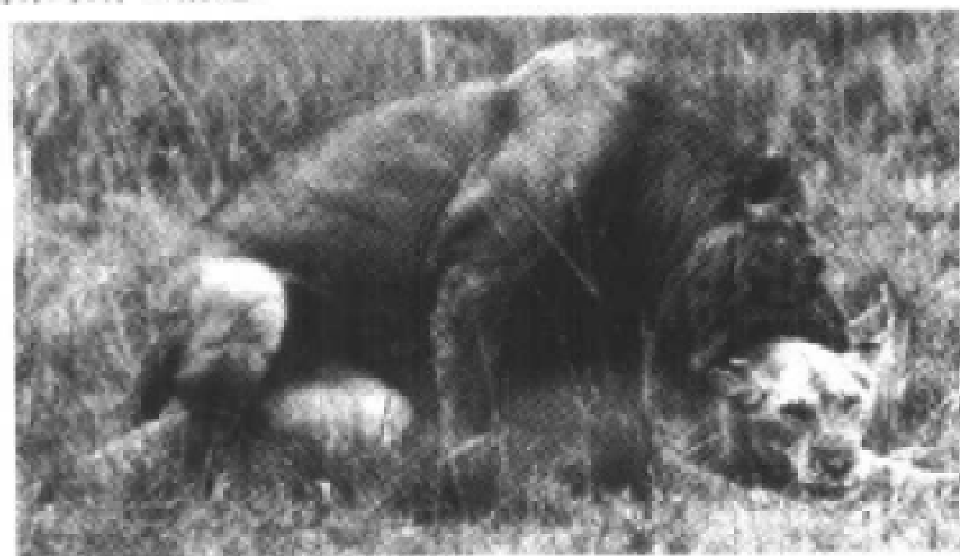
雌性狮子间也有竞争，但其目的是为了一块领地的长期所有权。比较典型的雌性狮子间的交战是互相追逐，而不是攻击，其剧烈程度也低得多。

无论是雄狮还是雌狮，了解其所面临的对手的确切身份是非常有利的。对于雄狮而言，如果它对自己小集团内的一头在领地边缘吼叫的狮子发起攻击则削弱了团体的力量，甚至有可能瓦解其对雌性狮群的占有权。但对来自其他雄狮群的一头或多头入侵者的袭击则大不相同，这将决定它能否繁衍

后代。为了进行这种区分，狮子能够通过吼声辨别敌友。

明尼苏达大学的琼·格林奈尔(Jon Grinnell)、克莱格·派克(Graig Packer)、安妮·普赛(Anne Pusey)和剑桥大学的凯琳·迈克姆(Karen McComb)，决定查明狮子对吼声的听辨程度，他们携带着其他地域狮吼的录音带、高质量的放音系统和一个狮子标本，进入撒伦盖蒂国家公园，他们共对20个雌性狮群中的200头狮子进行了研究，这200头狮子已经历了20年的跟踪观察，每头狮子都有其自身天生的个体标记，以便区别。

研究人员设置了两组问题，第一组是：雌狮能否区分与其共同生活的雄狮(其幼仔的父亲)与入侵雄狮的吼声？谁将咬死其幼仔？它们能否进一步区分雌性狮子的吼叫？第二组包括两个问题：雄性狮子能否识别入侵雄狮的吼声？它们对入侵将采取什么措施？



非洲狮在交配

对大量鸟类、部分鱼类及哺乳动物的研究表明，成年动物能识别同一种类中的其他成年动物。但在很长一段时间，科学家们几乎不能解释这种识别能力对其生存有何益处。而对狮子的研究提供了潜在的答案。雌狮可以通过识别入侵雄狮的吼声挽救其幼仔的生命，这就显示了其在遗传学上的作用。尽管雌狮最终仍会与新入侵的雄狮生儿育女，但雌狮的首选方案仍是保证其幼仔尽可能长大，这样入侵的雄狮就仅仅是将它们驱逐出境而不是杀死它们。

研究小组对雌狮进行研究时将一个扬声器放在了距其180多米远的灌木丛里，他们分别播放了幼狮的父亲们的吼声，一些雌狮群并不熟悉的距其32千米以外的雄狮的吼声以及它们也不熟悉的其他雌狮的吼声。他们最终发现，当雌狮听到其目前配偶的吼声时保持平静（据研究小组人员所知，这是第一次显示了动物能识别其配偶的叫声的研究）。但当它们听到陌生的雄狮的吼声时，立即咆哮着冲向幼狮并迅速开始撤离，如果幼狮太小不能迅速撤离或已处于一个较安全的洞穴中，雌狮就会守护在幼狮附近。普赛和派克以前的研究已证实了这一点。一般而言，除非幼狮太小（小于6个月）以致不能快速逃跑。一个新的雄狮群取代原有雄狮是很难成功的。

雌狮对其他陌生雌狮吼声的反应则不同，它们会走近扬声器，有时甚至会把其幼仔留在后面。但它们并非是不管不顾地前进，雌狮显然是在估计其听到的磁带上的雌狮的数量并计算其力量的差异——磁带分别录有1头狮子的叫声和2～3头狮子的共同吼声，除非它们确定自己狮群以2:1在力量上占优势，否则它们不会走近。当它们发觉自己力量较弱时，雌狮一般不动或发出吼声召集其他狮子；当它们觉得双方势

力对它们非常有利时，则会毫不犹豫地迅速出击。

研究人员也播放了其录制的单一一头雄狮的吼声和2～3头雄狮的共同吼声。他们或者将扬声器放在灌木丛中或放在雄狮标本中播放其吼声，结果显示雄狮很敏锐地觉察出谁在吼叫，能清楚地区分自己狮群中的成员和入侵者。面对外来入侵者，雄狮与雌狮采取的措施截然不同。无论双方力量差异如何，雄狮都毫不犹豫地冲向扬声器并向标本狮发起攻击。因为一旦入侵的雄狮群取得了胜利而取代它们，它们则不仅仅失去其养育的幼狮，而且将失去其将来作父亲的机会。雄狮依靠团体的力量维持繁衍生育的机会，因此无论多么危险，它们都会共同抵御敌人，维护其父权(动画片《狮子王》曾描绘了一个部属雄狮阴谋驱逐狮王的画面)。

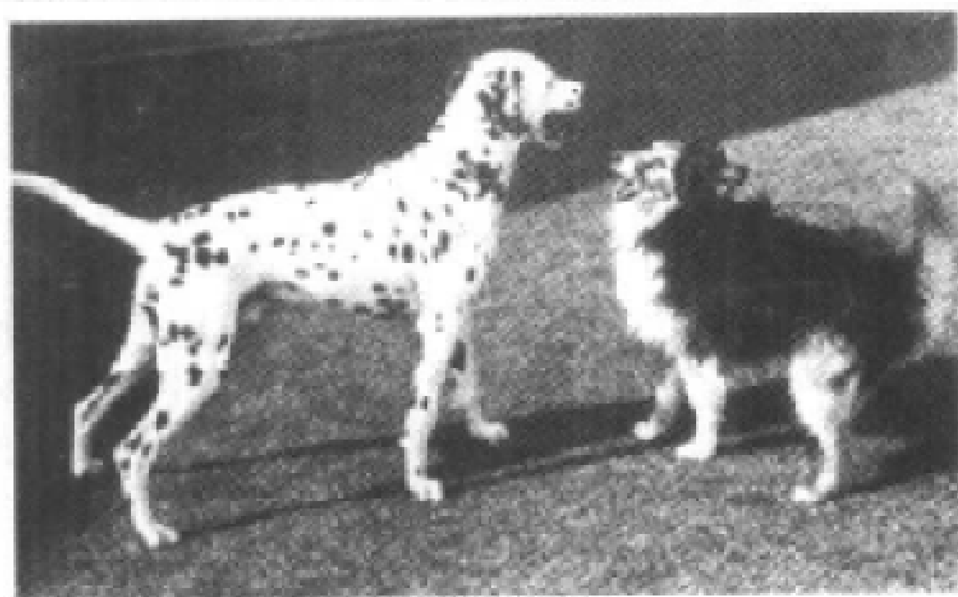
犬　吠

一声犬吠过后，紧接着左邻右舍的狗都加入进来，没过多久，整个小村庄就会进入一种无休止的喧闹状态。这些狗究竟在讨论什么问题呢？麻省新罕布什尔大学的瑞曼德・考平革(Raymond Coppinger)和马克・费恩斯坦(Mark Feinstein)认为这些狗有些幼稚。

大多数犬科动物会吠、嗥或嚎。而且它们可以共同用几种类似的面部表情和形体语言进行交流。呲牙就表示了一个相当明确的信号，对人类也如此。但是叫声确实能将犬科动物区分开。狼、郊狼以及一些狗，例如被专家称之为不叫的猴犬，都几乎很少叫。但有些狗在不停地叫，考平格和费恩斯坦都记录过一只狗连续不停地叫了7个小时，而另外一名科学家则在

10分钟内记录了907声狗叫，考平格和费恩斯坦百思不得其解。

当考虑家养狗为什么叫时，也许另一习惯能给我们一提示，这也许就是为什么要养狗的原因。这一习惯起源于垃圾。养狗的人几乎都体验过厨房垃圾遍地和室外垃圾箱倒置的情景，狗化石是在大约1万年前的考古地点与人类化石同时发现的，考平格和费恩斯坦认为尽管是古代，这些狗也是人类清理垃圾时一同清扫出来的，一些狗可能被人类屠杀并吃掉了。但研究人员认为这些不可能是人类蓄意养殖的，相反，是狗在人类的营地周围发现了适于其生存的生态环境。



一幕狗的二重唱，这意味着什么呢？

将犬吠与其他动物的发音相比就产生了一个疑惑。我们称之为“嗥”的那种低沉、而刺激的声音几乎肯定是成年动物发出的。对我们来说，“嗥”听起来很可怕。狗或狼低沉可怕的“嗥”表示危险，而清彻、高昂的叫声表示不危险。一只狗外出

归来或即将外出时就发出叫声，从这种声音我们听不出危险。

考平格和费恩斯坦发现，犬吠似乎包含两类声音，一种叫声能为成年狗传递信息，低沉、刺耳，也混杂着幼仔的叫声。研究人员认为，这与他们提出的饲养狗的进化设想非常一致。那些不怕人的狗在人的定居点附近生活得非常自在，但驯化是非成年狗的特点。我们可以安全地驯养许多幼小动物，但大部分非饲养的成年动物都太危险，不易接近。人类定居点周围的环境适于驯化动物，一只胆怯的狗需经过一翻思想斗争才敢接近其选定的垃圾箱中的食物，而一条驯化过的狗则非常勇敢，它会毫不犹豫地冲向垃圾堆，并“如鱼得水”。

驯化过的狗繁殖时，将其大部分驯化基因传递给了下一代，与驯化基因同时遗传的还有其幼稚的性格。对此，考平格和费恩斯坦辩称：绝大多数狗从未发育完全成熟，但具备捕食特性；母狗哺育其子女，却从不喂给它们固体食物。他们还认为尽管各种狗的形态大小、颜色不同，但它们一年都有两次发情期（这与一般野生动物一年一次不同），这也与其幼稚特征有关。



狼利用嗥叫进行长距离通讯

经过一系列驯化之后，犬吠仍是一种半成熟与成熟等同的混合声音。吠在狗的生活中不表示任何意义，就同它毛茸茸的大耳朵或玩耍一样，它们就是那样，是本能特性。

信号与动作

下面的场景对许多养狗的人都非常熟悉：一只狗会突然前腿弯曲，用其肘部支撑着身体，头平放，眼睛向上翻，同时身体的后半部仍保持直立。这同其叫声一样，也体现了未成熟的附属性与成熟后独立性的结合。这种形体语言在狗、狼、郊狼都很普遍，这样表示是到了该娱乐的时间。还有一种弓身的动作，这时它往往首先对着人发出尖利的叫声。但是弓身是犬科动物间交流的一种方式吗？科罗拉多大学的马克·彼考夫(Marc Bekoff)曾研究了成年狗、饲养的小狗、小狼、小郊狼的录像带，以观察弓身之前及之后的动作是什么。他发现，弓身前后常伴随着一个威胁性动作(如咬)。彼考夫最后的结论认为，弓身并不仅仅代表"让我们玩耍吧"这样一个信号，而仅仅是一种形体语言的停顿，将"玩"这个词的含义与其他动作结合起来，并且再次向其玩伴说明它们玩耍摔跤的规则及剧烈程度都不变。



左边那只狗在表演"弓身"

幼狮也玩儿打仗游戏以练习捕食及其他本领，因为它们成年后必需具备这些赖以生存本领。但即使是非常幼小的狮子，也拥有一双利爪及锋利的牙齿，因此它们必须向对方说明这种攻击只是开玩笑。幼狮告诉其同伴它们缩回利爪，用夸张的动作走路也是在玩耍。

第十一章 猴 子

一只非洲黑长尾猴在草丛中发现蛇时，会恐惧地叫起来，这与人恐惧时的尖叫非常相似，因此几十年来生态学家一直假定发音仅仅反映当时的情感。但1967年，在加州大学伯克利分校工作的托马斯·司托塞克(Thomas Strusaker)对这一结论提出了疑问，他列举了3种截然不同的黑长尾猴的叫声，并指出一只特定的猴子发出的叫声不取决于其吃惊程度，而是决定于它发现的是哪种捕食动物，其恐惧及吃惊程度会进一步改变其叫声。但司托塞克能够通过声音及其他黑长尾猴的反应方式来辨别3种叫声，一只黑长尾猴发现蛇时会发出一种叫声，这时猴群的其他猴子会后腿直立并仔细审视地面。而发现豹时会发出第二种叫声，这时其他猴子立即爬上附近最纤细的树枝，由于豹子的体重较大，猴子在这种地方比较安全。当发现雄鹰在天空盘旋时，黑长尾猴会发出第三种声音，这时猴子如果仍攀在大树外侧的树枝上或高高地站在草地上就容易受到袭击，因此它们都聚集在树干附近浓密的树枝间或窜入密密的灌木丛。

黑长尾猴是在丛林或开阔地群集生存，由于其群体在较长一段时期保持相对稳定，因此对任一只猴子而言个体间的相互交流都是非常有益的。司托塞克对3种类型叫声的发现，说明了这种叫声是一定层次上相互的语言交流而不仅仅是恐



黑长尾猴的妈妈正在哺育小黑长尾猴

惧的叫喊,因为3种类型的叫声会引起3种不同的反应,这种反应可能会随着其叫声的剧烈程度而有所变化。但也有可能猴群的反应仅仅代表了"猴子看见什么就模仿"这一特征,一只猴子听到另一只猴子发现蛇时的叫声,它就会观察那只尖叫的猴子,看到它后腿站立并且眼盯着草地,这只猴子也马上模仿。当时洛克菲洛大学的罗伯特·赛法斯(Robert seyfarth)、特罗茜·彻尼(Dorothy Cheney)和彼得·马勒(Peter Marler),曾进行了一系列的尝试,试图控制黑长尾猴的语言传输系统以回答一个问题,即"黑长尾猴的叫声中是否包含着信息"。

早期研究中,认为动物的叫声有一定目的而不仅仅是其情感反映的想法是叛逆的。因此,该研究小组非常谨慎,以避免陷入困境。他们录制了许多猴子警觉的叫声,然后再播放这些磁带给黑长尾猴群听。他们还长时间地与猴子呆在一起,以使猴群习惯他们的出现。他们一般非常小心,当能清楚地看到那只被录了音的猴子而且它根本没有发出警告时,就不播放那警叫声的录音;他们等到猴群非常安静,也没有真正的危险时再放那录音;最后拍摄黑长尾猴对录音的反应。

猴子们对录音的反应与对原来叫声的反应是完全一致的:草地上发现蛇的叫声使猴子们都站了起来,并且眼睛盯着地面;发现豹子的叫声使它们爬到了离树干最远的细枝上;而发现雄鹰的叫声则使猴子们逃入灌木丛或树林深处。第一个有反应的猴子肯定不可能是模仿,因为没有猴子供它模仿,猴群的反应仅仅与其自己的叫声有关,而不是真正的危险,因为这时根本不存在危险。这些结论使生态学家们关于动物的叫声不隐含任何意义的假定发生了巨大的变化。发现蛇之后的

叫声可能意味着"蛇"或"看地上"或是在人类的词汇中根本找不到的一个意思。

在一项单独实验中，彻尼和赛法斯播放了幼年黑长尾猴发出的警叫声，成年母猴的反应是眼盯着那只幼猴的妈妈而不是看幼猴，这就说明猴子能通过叫声辨别幼猴也了解其母子关系。

彻尼和赛法斯接着进一步分析了更细微的被称之为"喉鸣音"的黑长尾猴的叫声，人类也只能通过实践才能察觉出喉鸣音的差异。早期的研究认为不同的喉鸣音取决于生理状况，而不代表不同的意义。彻尼和赛法斯再一次利用放音实验对这一假设进行了检验。黑长尾猴对不同的喉鸣音的反应不同，而且这种情况的出现是稳定一致的。无论研究人员选择什么内容的录音都一样，当黑长尾猴听到公猴王的喉鸣录音时，它们自动远离扬声器，而它们听到猴王下属的其他猴子的喉鸣声则不再走开。实验并没有给这种喉鸣音设定任何含意，但结果确实说明不同的喉鸣音代表不同意义，不完全一样。

黑长尾猴的群体系统取决于个体对群体状态的认识及交流，这不仅仅存在于猴子中，亚特兰大埃莫瑞大学和耶克斯灵长类研究中心的哈洛德·古泽勒斯(Harold Gouzoules)和萨拉·古泽勒斯(Sarah Couzoules)，曾研究过幼年恒罗猕猴和长尾猕猴发出的警叫声，发现它们也在交流某些信息。通过对波多黎各的卡尤·圣地亚哥岛上的一群恒罗猕猴的详细研究，古泽勒斯夫妇验证了一个长期的假定，那就是动物警叫声的平稳程度基本表明警叫者的惊恐度。

由于对这群猴子研究了很长时间，研究人员都能识别猴群中的个体，而且了解其家族关系。他们知道哪些是领头的，

人脑与猴脑的不对称性



既然猴子发音不仅仅体现其情感特征，而且还包含了大量有目的的信息，那么近距离观察能否发现猴子与人类在与语言有关的特征上的其他相似之处？哈佛大学的马克·B·豪瑟(Marc b. Hauser)对卡尤·圣地亚哥岛的恒罗猕猴的录像带逐个画面进行分析，寻找猴子左、右脑的不同之处。一般人类是由右脑控制左脸表情，反之亦然；右脑一般主要控制感情，而左脑控制语言。

豪瑟分析了4种不同情绪时的表情，第一种是从属的猴子被更高级成员攻击或恐吓时恐惧的鬼脸，第二种是交配时

哪些是从属的。他们先录下未成年猴的叫声，然后用声谱分析仪制成音带，与原来的假设对比，大量的音带均落入5类已认知的音区。这5类音被研究人员称之为："纷乱的叫声"、"弓形起伏的叫声"、"平缓的叫声"、"脉冲式叫声"以及"波动起伏的叫声"。其音带的频率和复杂性各不相同，尽管猴子似乎很容易就能区分其声音，但研究人员必须首先要借助音带。

将音带与猴子的行为录像带进行比较时，研究人员就发现猴子在一种特定的社会状态下发出同一种类的叫声。混乱

的鬼脸，与恐惧的表情类似，但更短暂。还有两种表情是头领向其下属发出的，把嘴张成“O”形的表情和扇动耳朵的威胁表情。扇耳朵时其耳朵与头贴得很平。

豪瑟发现，绝大多数猴子左脸比右脸动得要早，能做出更极端的表情，其表情的持续时间也比右脸长。

这些结果说明，因罗猕猴同人一样是用右脑控制情感表情的。

以前对日本猕猴的研究表明：猴的左脑主要参与控制语言信号，将这一结论与豪瑟的研究结果相结合则可得出如下结论：人与猴的控制发音及面部表情的脑部不对称结构是一致的。

但是豪瑟提醒读者注意，这一结论是建立在猴子的声音不仅仅是情感表露，而是融入了更多的信息信号这一假定的基础上的。第二，他指出，鼠和鸡也在某种程度上存在着控制语言交流的脑部的不对称性，因此，这些对称性尚不能说明是信息交流与传递能力的进步。

的叫声表示更高级别的侵略者对它发起了身体攻击，这时这只猴子的亲属的通常反应是企图引走入侵者，而不是与其直接交战。高低起伏的叫声也表示有更高级别的敌人侵入，但并未发生搏斗。弓形起伏的叫声表示一个较低级别的入侵者而且未发生搏斗。脉冲式及平缓的叫声一般表示家庭内部争吵。叫声似乎有以下几种功能：招呼同伴；交流有关个体的社会处境、地位、身份等的特殊信息，而不仅仅是表示恐惧程度；未成年猴除了告诉听者谁在叫外，还会说明谁在进攻，告知应作出

反应的亲属。黑长尾猴和因罗猕猴听到录音的叫声，与听到真实叫声的反应完全一致。哈洛德·古泽勒斯认为，猴子的叫声是一种简单的词汇，有一种符号作用。

第十二章　类　人　猿

人类可能已经认识到大型类人猿与人有种群的相似性。我们称之为"大型树栖红毛婆罗洲类人猿"的名称，来源于印度尼西亚阮(*orang*)语，"人"和胡(*hutan*)语，"丛林"。有些人养小黑猩猩作宠物，许多人夜晚用毛茸茸的玩具猩猩哄小孩。著名的猩猩研究专家珍妮·古德尔(Jane Goodall)将她对大型类人猿的痴迷归结于她已保存了几十年的一个名叫朱比丽的玩具猩猩。

同时，我们经常将语言看作是人与野兽的最大区别。公元前1世纪罗马历史学家萨鲁斯特(Sallust)曾写道："所有超越其他动物的人都应尽其努力不要像野兽那样安静地生活"。16世纪，笛卡尔(Descartes)发现了人本质是"我思考然后我是……"，但他说动物不会思考，它们仅仅是一种本能的兽类的机械反应。笛卡尔的追随者拉美特利(La Mettrie)指出，聋子通过艰苦努力可以学会讲话，从而断定只要有个好教师，黑猩猩也可以学会讲话，进而变成一位"小绅士"。

这种臆断至今仍然存在。没有一位著名的科学家对达尔文的由简单动物进化成人的进化论提出疑问，大型类人猿很明显与人有许多共同之处，在解剖学上它们更像人而不像其他动物，尽管它们的脑很小，但与人脑的组成相同。如果研究人员能模拟幻想大师都利特尔(Doolittle)博士并且与动物交

谈的话，那种动物一定是大型类人猿。但有些科学家不同意这一观点，他们认为，尽管有其他许多相似特征，语言却是个例外，它不仅仅是一种最复杂的信息交流方式，而且是唯一的其他动物所不具备的能力。



尼姆正和它的训练者乔埃斯·巴特勒练习手语

19世纪初到19世纪30年代，试图教会黑猩猩说话的早期尝试遭到惨败，证明了批评者是正确的，这种动物讲话时根本不会转动其唇部，最成功的情况就是它们发出的声音能被善意地翻译成一列音阶单词，例如，经过若干年训练后它们能发出诸如“爸爸”、“妈妈”、“杯子”、“向上”等音。

按照拉美特利关于一个有天赋的聋哑教师可以教会大猩猩的观点，在1925年一篇科普论文提出了用手语代替人类语



一只印度尼西亚红毛无尾类人猿在发音

言。但直至19世纪60年代，才进行了教大猩猩进行非语言交流的努力。研究人员尝试着将美国手语(ASL)中的一些独立的手势教给黑猩猩华生(Washoe)和黑猩猩萨勒(Sarah)，大猩猩科科(Koko)，红毛无尾类人猿杉泰克(Chantek)，以使它们学会以可塑信号表示一定词汇的语言；而另一只叫拉娜(Lana)的黑猩猩，则用早期的计算机语言作其主观信号，研究人员称之为“词图”。

所有上述工程都获得了成功，但更早期的语言工程失败了。这些类人猿学会了用手势、可塑信号或用键盘与训练人员交谈。19世纪60年代和70年代成了类人猿学习语言的黄金时期。研究人员(一些人现在仍坚持)称“类人猿已经学会了几十个甚至上百个信号”。当时流行的报道则更加夸张，认为类人猿能进行交流并且“已学会了手语”，一时间类人猿能利用信号和手语与人类交流的报道常见诸报刊杂志、书本甚至大学教科书。

但是，尽管经过训练的类人猿能连续运用一个或多个手势或信号，并且能清楚地传递信息(这信息通常是索要食物或引人注意)，研究人员对类人猿是否真的学会了语言仍表示怀疑。一些在此领域的研究人员认为，利用“语言”这一词汇描述上述实验结果是合适的，但心理语言学家——《语言的天性》一书的作者斯帝文·平克(Steven Pinker)不同意这一观点，他说：“没有一只黑猩猩真正学会了手语……它们是已经掌握了一些手势，但手语还不仅仅是一系列的手势，手语像拉丁语一样是完整的且有其独特语法的。”撇开完整的语言不谈，类人猿的手势是否包含某种词汇？它们真的能理解代表某一物体或动作的手语或词图吗？两个或3个手语连在一起能形成

句子吗?

哥伦比亚大学的赫伯特·特雷西(Herbert Terrace),试图利用一只名叫尼姆(Nim Chimpsky)的黑猩猩来研究有关语句的问题。很有趣的是,它的名字来源于著名语言学家诺曼·查姆斯基(Noam Chomsky)。查姆斯基认为如果类人猿能运用语言,那么它们在野生状态下也应会用。他说它们在野生状态下不用,因此也说明它们根本不会。特雷西以美国手语为基础教尼姆作手势并取得了成功,正如教华生、萨勒、科科、杉泰克和拉娜的成功一样。在一大批学生的日夜帮助下,特雷西与尼姆用手语交流,录制了长长的几串手势,以音像及电影方式积累了大量的资料。



尼姆对 H.S.特雷西手中的玩具熊说"抱"

特雷西的教学计划及他称之为"照看婴儿"的项目,一直持续到哥伦比亚对尼姆的租用期满。尼姆下一步被运往位于

俄克拉荷马州诺曼的灵长目研究所，此时特雷西的研究转向了对尼姆项目进行期间收集到的资料的详细分析，他在 1979 年出版的《尼姆》一书中写道："在尼姆去俄克拉荷马之前观测到的一些规律使我相信尼姆正在发育其初级的语句本能，然而，就在它去俄克拉荷马州之后我们对资料的深入分析几乎还未开始时，我就开始怀疑尼姆对手势的组合是否是真正的语句"。

特雷西总结说，尽管一些长串手语如"给我桔子"、"给我吃桔子"、"吃桔子"、"给我吃桔子"、"给我你"等，尼姆的真正的句子长度平均为 1.5 个手势，是尼姆的学习停滞不前还是尼姆不需要更长串的手语就能得到它想要的东西？特雷西的结论认为，尼姆从未用手语完成过一个真正的句子，尼姆大部分的单个手语常常马上被训练人员接上一个相似的手语。特雷西对他录制的影片仔细观察后确信，尼姆几乎完全是在模仿其训练员，而且这种模仿往往是在得到鼓励后进行的。特雷西进而又分析了其他类人猿研究课题的电影胶片，包括两卷有关华生的片子，他的结论是："在这些题中训练人员也同样在反复鼓励那些动物，然后将它们单独的反应解释为句子。"

例子之一是，当华生表示了一个"娃娃"和"杯子"后，就被认为是用手语表达"娃娃喝水"。特雷西描述了影片里的情景，华生正与其老师苏珊·尼科斯(Susan Nickole)在一起，苏珊拿着一个杯子、一个布娃娃，她指着杯子作了一个"拿"的手势，华生作了一个"娃娃"的手势。尼科斯女士将杯子和布娃娃放得离华生更近些，让它来摸它们，然后再把它们慢慢地移开，作一个"那"的手势并指指杯子，华生作了一个"里边"的手势就向远处看。尼科斯女士再次将杯子和布娃娃移近华生，华

生又一次盯着这两个目标并作了一个"娃娃"的手势。然后当尼科斯女士将杯子拿得更近一些时，华生作了一个"里边"的手势。尼科斯女士指着杯子作了一个"那"的手势。华生作了一个"我喝水"的手势。那么现在的问题就是：华生的这种表达方式，即"娃娃"、"里边"、"娃娃"、"我喝水"是本能的，还是显著的创造性地对词汇的运用呢？

特雷西勉强作出如下结论："除非能击败所有关于类人猿在按语法规律排列词汇时缺乏智能因素的解释，否则得出黑猩猩对词汇的组合在结构上与婴儿的语句有明显相同点的结论还为时过早。"特雷西在下面的言词中又削弱了这种强硬的说法，他说："这并非说黑猩猩不能创造语句。"

这一结论并不具代表性，从事类人猿学习语言研究的其他人员将特雷西的结论视为一种攻击。由于众所周知的特雷西的观念的改变，研究课题的财政资助锐减，一些研究人员被迫离开了这一领域，其他人也对科学团体疏远了并且存有敌意。邓尼·M·伦伯格(Duane M. Rumbaugh)在1994年出版的《动物的学习与认识》一书中写道："但是特雷西与其同事的观点显示了它们将在更大范围内为人们接受，(1)由于特雷西用的猩猩尼姆没有语言；(2)由于特雷西实验室对其他手语研究实验项目得到的音像资料分析也同样显示其他类人猿只是模仿，这就明确表示(3)没有一只类人猿显示其语言能力，进而得出(4)类人猿无语言能力。"

在特雷西观点转变之后，伦伯格和萨维奇·伦伯格(Savage--Rumbaugh)在乔治亚州立大学语言研究中心，从事了为数很少的几个动物语言研究课题之一。在拉娜的研究之后，伦伯格、萨维奇·伦伯格和罗丝·A·司维杰克(Rose A.

Sevcik)及其他研究人员一起继续向大型类人猿教授语言，部分取得了显著成效，另外一些失败了。两只黑猩猩谢尔曼(Sherren)和奥斯汀(Austin)认识了食物及简单工具的词图，并且能运用它们从关着的容器中拿到食物。经过进一步训练，它们能学会相互协作，它们用键盘互相索要取得食品所必需的工具，然后共同分享食物。

之后，它们学会了不同种类的食物和工具的词图。稍经训练，它们就能准确地分辨20种食品词图和20种工具词图，这是一种非常显著的语言技艺。另一个特征更是初露端倪，未经特殊训练，两只黑猩猩均能看了词图后走向那个不透明的盒子，从里边拿出词图显示其名称的那些物品。这一特征可以表明至少谢尔曼和奥斯汀明白了命名的概念。它们似乎利用符号作词。

但是对另外一只名叫玛塔塔(Matata)的成年类人猿的单独研究，则显示出好坏参半的情况。玛塔塔属于倭黑猩猩种(Pan paniscus)，是黑猩猩的近亲，它们通常被称为矮黑猩猩。这种说法是错误的，因为倭黑猩猩在以下几方面与黑猩猩不同：它们头短，重量较轻、体形更为纤细；它们更经常地直立，并且即使在野生状态下，交流时也呈现不同的表情；它们在野生状态下的群体结构与黑猩猩不同。有人认为，这些不同之处使倭黑猩猩更像人。那么它们学习语言是否更容易呢？坏消息是玛塔塔经过几年的训练后，仍不能准确地运用词图。

玛塔塔是一名义务妈妈，每当它来训练时，它总将其收养的孩子坎兹带来。这就是该故事中的那部分好消息的来源。每当玛塔塔坐在那儿被那悬盘搞得昏头昏脑时，坎兹总是爬上它的大腿、背上或在附近玩耍。工作人员容忍了坎兹的在场，

但从未对它进行训练。两年后它长大了，它成长的环境中人们不断对它妈妈发出声音并敲击键盘，试图教它妈妈学会一些独立的信号。萨维奇·伦伯格最终放弃了对玛塔塔的训练，因为它不仅仅是不会用词图索取想要的东西，还表现出一种危险姿势，想从研究人员手中抢夺东西。因而研究人员将坎兹留在了语言研究中心，而将玛塔塔送回到了附近的耶克思灵长类中心。在那里，玛塔塔可以利用它自己的母语交流方式寻找配偶，当时坎兹已经两岁半了。

像一个移民的孩子一样，坎兹很快就表现出它掌握了玛塔塔所不能掌握的东西，一周内，它就开始主动用键盘表示它的愿望。但有时即使不想得到某一物体，它也给物体起名字。萨维奇·伦伯格和司维杰克决定不训练坎兹，而观察它与研究人员的日常接触和交流中是否会继续吸收键盘语言。研究人员假定它明白词图和语言，平日就利用词图和语言与其交谈，换句话说，他们对坎兹就像父母对待尚不能说话的婴儿一样，让它不断地听。不久，坎兹便能通过键盘产生合音，而将每一个词图发出英语声音。

萨维奇·伦伯格及其同事都由于特雷西事件而变得小心谨慎，他们试图面对来自许多特雷西及其他研究者的合理的异议。他们尽量避免利用引诱的方式，同时也进行一些经得起仔细推敲的实验。甚至这些研究人员对他们的结论也持谨慎态度。例如，他们应用非偶然的词图组合代替“句子”。但是坎兹发音不是为了食物而是要引人注意，而且实验小组也不可能在实验时完全消除人的因素。坎兹的非偶然词图组合也很少超过 3 个词。观察坎兹与苏·萨维奇·伦伯格(Sue Savage—Rumbaugh)的交谈时，观察者会被那认真的教与学的

场面所打动，也令人联想到特雷西对《杯子和娃娃》影片的描述。

坎兹在键盘上表示的2～3个单词的句子可能不会给人深刻印象，但将坎兹与阿利亚(Alia)对英语口语的理解能力进行比较的一系列实验，则显示出了理解水平的极大差异。阿利亚是语言中心一位研究者的两岁半的女儿。研究人员尽可能使坎兹和阿利亚对句子理解能力的考核难易程度相同。

坎兹表现的档案录像带记录了当时的情景：坎兹同两名研究人员(其中一个是罗丝·司维杰克)一起坐在一间屋子里，第三个研究人员(苏·萨维奇·伦伯格)拿着麦克风站在屋外。屋内的两名研究人员都带着耳机，耳机里大声播放音乐以减少他们为坎兹提供线索的机会。屋内有一个厨房和一间大活动室，活动室里有许多坎兹从未见过的物体：一个儿童马桶、一罐水、一条橡皮蛇、一只标本狗、一袋12千克重的胡萝卜、一个像兔子的手持木偶。室外的声音说："坎兹，让狗咬那条蛇。"坎兹马上拿起橡皮蛇和毛茸茸的玩具狗，并且很认真地将蛇头放进狗嘴里，而且轻轻地压下狗的上下颚使其闭上嘴巴。坎兹能够将口语中的单词"狗"和"蛇"与它从未见过的玩具联系起来的表演，更令人难忘。

萨维奇·伦伯格又说："坎兹，用小兔子去逗罗丝。"坎兹就捡起木偶小兔并拿到司维杰克那儿逗她。后来司维杰克解释录像带时说，在此之前，坎兹对小兔的知识来自一盘语言研究中心的工人身着此装的录像带，提问前研究人员从未训练过坎兹(或阿利亚)，所有这些用具都是为实验新购置的。

邓尼·伦伯格对实验结果做出如下结论："坎兹对500个新问句的理解与阿利亚有很大的可比性，他们都在没有别人

帮助的情况下回答了大约70%的问题。"他强调说，坎兹很小就可以通过独立观察而学习，研究人员之所以发现这一事实是由于他们做了一个幸运的决定，就是将玛塔塔送回家而留下了坎兹。"类人猿如果一出生就在语言环境中喂养，它对人类语言句法的理解甚至优于2～3岁的儿童……如果这样喂养，幼年类人猿的脑子发育就使它们能学习语言，首先是理解，进而表达，与婴儿学习语言的过程方式非常相像……对坎兹，我们并未刻意研究其观察语言的学习，但却出现了这一现象，而且我们在其他动物身上也发现了这一特征(倭黑猩猩和黑猩猩)。"伦伯格说。

邓尼·伦伯格和苏·萨维奇·伦伯格在1994年他们合著出版的《动物的学习与认识》一书的"研究现状"一章中，作



母类人猿与它的宝宝无声地交流

了如下看来比较公正的总结："尽管无人辩称任何动物都具有人类的语言能力，但也没有人能否认动物至少有携物、具有相当的语言能力，包括对语言的理解。"

类人猿的自我交流

在关于类人猿能否学习语言及在什么程度上学习语言的争论过程中，我们几乎遗忘了它们自己的"母语"。每一种动物都有大量不同的叫声、表情和丰富的形体语言。它们的叫声有时大得叫你不能相信，没有一个研究者认为这叫声包含着与人类语言同样复杂的语言。但这语言在动物的野生状态下却为它们帮了大忙。

在所有类人猿中，猩猩有最令人难忘的、独特的、长长的叫声，它开始是一种低软的嘟噜声，音调抑扬好似贝斯手在用颤音演奏，逐渐变成一种高吼，这种声音可穿透2千米的浓密的婆罗洲丛林。随后又转回到低沉的哀鸣和叹息，在许多动物的吼叫声中，这种声音表示雄性维护其领地及召唤雌性动物。伴随着这种叫声，一些猩猩还会推倒树干并发出回荡于整个森林的巨大轰鸣声，有时这种轰鸣声就足以引发相邻领地的雄性的回叫声。更经常的是，雄性猩猩互相吼叫回应，以交流其所在位置，并宣告对这块领地的统治。

猩猩交配时也会发出吱吱的喉鸣音，小猩猩有时会尖叫，成年猩猩和幼猩猩用唇和喉咙发出不同的声音——吸吮声、打嗝声甚至是磨牙声。研究人员没有有关猩猩交流的这些声音、动作及形体语言的理论资料。由于野猩猩生活在密林的大树上，要取得这些资料是件非常困难的事。

与猩猩相比，黑猩猩发音不和谐。珍妮·顾德尔与许多其他研究人员列出尖叫、喉鸣以及称之为唬唬喘气的一系列叫声，所有这些声音都伴随着面部表情和形体语言。

黑猩猩生活在一个流动的社会群体中，这一群体时时发生变化，与海豚、大象和狮子不同，雄性黑猩猩组成的社会群体比雌性的要稳固和持久，它们共同狩猎，共同寻找雌性，形成一个联盟，以提高其地位和交配成功率。

研究最透彻的一种黑猩猩发音，就是唬唬喘气叫声。它刚开始是一种呼吸式的低频率的唬声，继而过渡为一系列快速的高频的一进一出的急促呼吸，似乎是黑猩猩不用乐器而在演奏谐音，最后这种呼吸音转化为响亮的高音。但是雄性和雌性均发出这种声音，而且往往表示它们情绪激动。雄性和雌性发这种声音的方式不同，人们稍稍实践几次就能辨别这种不同的声音。黑猩猩聆听远处的唬唬喘气并回应。这些声音可能用于识别身份，但由于这种声音在许多种情况下均能出现而且伴随着一系列微小变化，因此也可能伴有其他信息。

雄性黑猩猩向远处发出唬唬喘气声时，往往用手或脚敲击树干或掏空树桩，似乎用唬唬喘气声向远方传递有关其位置的信息。近期该领域的研究表明，特别的雄性个体之间一直保持着特定联系，一般这种联系存在于其联盟间。

至少两群黑猩猩能讲不同的“方言”。经过认真研究古比(Gombe)和马哈利(Mahale)群体的唬唬喘气声，二者存在较轻微的区别。对黑猩猩来讲，由于确定远处的同盟或对手非常重要，因此各群体“方言”的不同就可做到这一点。但是，对于鸟类，是由于雏鸟往往跟其最近的邻居学唱歌，才产生了“方言”；而对于黑猩猩，还没有人能表明它们是向成年者学习唬

唬喘气声的。各群体间的栖息地及基因组成的不同，可能是造成唬唬喘气声不同的原因。



扎伊尔的黑猩猩

第十三章 结 语

透过对动物之间交流的复杂现象的研究，人们可以达到一个共识：人类语言对思维的影响是多么深刻和重要。人类，不论生活在哪里，很早就在生活中学会了一种非常复杂的语言，因而可以描述我们可以想到的任何事物。事实上，如果我们还记得早期发生的任何事情的话，那么对那些有文字描述之前发生的事件，我们的记忆就模糊不清。我们特别沉迷于将实物符号化，以至于我们经常忘记符号与事实的不同。例如，经常将"我的国家"与"我们住的地方"混淆，将"敌人"同"战争中在另一方的人"混淆。

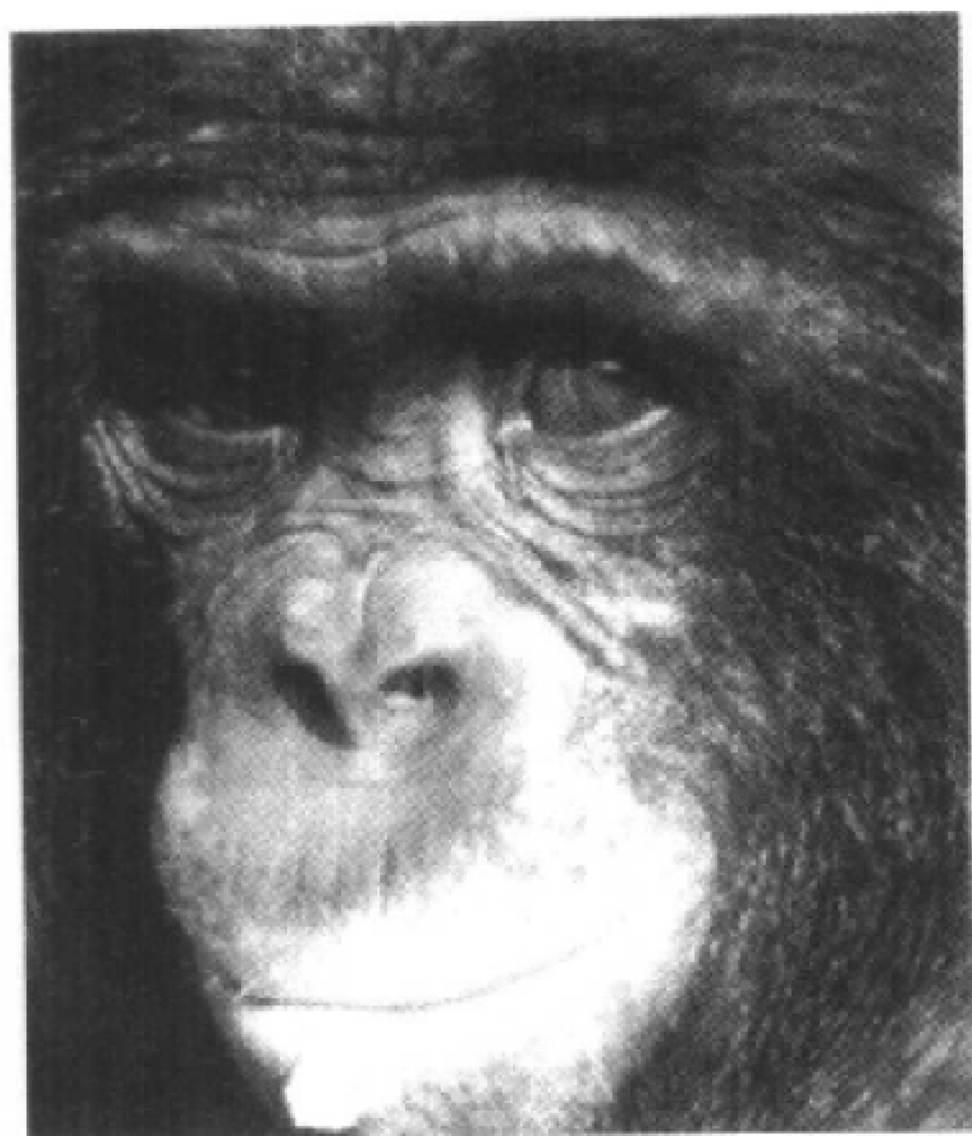
那么，也就不必奇怪我们总是用人类语言考虑动物间的交流，我们趋于用人类语言为"标准"去度量动物交流的方式。科学家、语言学家及哲学家会争论类人猿是否能真正地以人类的手语或按人类语法组织的信号来交流。但是，我们对类人猿自然交流方式的了解相对较少。

聪明的汉斯——"会做算术的马"这一故事中表明了将人类词汇语言作为最重要语言的趋势，相信汉斯理解语言的人们站在那儿并以词汇发出加和减的命令，观察者能确定其结果的对错。但当持怀疑态度的人表明马仅仅是对人的形体语言非常敏感时，他们宣布汉斯是个骗子并对其失去了兴趣。人类的形体语言也是一种信息交流方式，但我们对它的认识还

很模糊。很相似，我们为一只狗似乎能明白主人的话语而深深打动，但却对其另一种令人吃惊的能力不感兴趣，这种能力就是这只狗能通过邻居3只狗的尿味来对它们进行辨别，这3只狗最近曾来光顾过它最喜欢的电线杆。

人类具有明确的交流意识，但动物也是这样吗？从完全无意识的弹跳反射到做十四行诗之间，存在着一条宽宽的意识认知谱带。但科学家和哲学家总是将动物的交流放在谱带的两端。不太极端的情况被史蒂文·平克(Steven Pinker)在《语言意识》一书中，很有说服力地宣称动物的交流远远不能等同于人类语言；唐纳德·R·格雷芬(Donald R. Griffin)在《动物的意识》一书中，也很有说服力地表明了动物的交流远远超越了反射。那么就可以肯定地说，动物间的交流既不是诗也并非条件反射式的抽动。但是将动物间交流放入认识谱带的确切位置也非常困难，甚至对最能模拟人类语言的实例，会说话的鹦鹉及我们人类近亲类人猿也可能是最聪明的动物，我们也很少能意识到它们交流时的意识。研究人员对动物的这些行为在多大程度上与人类语言相似，至今也未达成一致意见。

通过动物间交流的研究，我们的另一共识是，进化的力量是巨大的，给定一个特定的生态位，就能在漫长的(指生物时间尺度)、随机的进化历程中找出其位置。如果雄性动物总是耗费较大的能力才能吸引雌性，那么就为那些“骗子”找到了一个生态位，这所谓的“骗子”一般只是静静地坐在那儿等待着雌性来临。这类卑怯的雄性动物的出现，又为那些能识别领地主人的雌性动物提供了一个生态位。如果热带丛林能为大多数种类的鸟提供一个适当的生态位，那么不仅仅会产生许多新鸟种，而且还会进化出其独特的交流方式。



坎兹叼着其自制的石片

已经进化的大量交流模式证明了交流在动物中最基本的重要作用。动物可以利用所有的感官及体态姿势进行交流，如发射或接收不太重要的气味信号（受到威胁时，也并非不重要）、吱吱叫、大叫、歌唱、叽叽喳喳叫、接收及发射电信号、闪光、变

色、"跳舞"、敲打或震动它们走过的地方。尽管从事各种动物交流研究的人员收集到的资料数据范围，大大超过本书所涉及的内容，但也仅仅是浅尝辄止。毫无疑问，未来的研究将为我们今天所发现的动物交流实例提供更丰富动人的解释，也将写出许多新的、同样令人着迷的动物之间交流的故事。